

המיזם הלאומי למערכות נבונות בטוחות להעצמת הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי: אסטרטגיה לאומית לישראל

דו"ח מיוחד לראש הממשלה

חלק א': תמצית והמלצות

ראשי המיזם: פרופ' יצחק בן ישראל | פרופ' אביתר מתניה
מרכזת המיזם: ליהיא פרידמן

אלול התש"פ | ספטמבר 2020

המיזם הלאומי למערכות נבונות בטוחות להעצמת הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי: אסטרטגיה לאומית לישראל

דו"ח מיוחד לראש הממשלה

חלק א': תמצית והמלצות

ראשי המיזם: פרופ' יצחק בן ישראל | פרופ' אביתר מתניה
מרכזת המיזם: ליהיא פרידמן

אלול התש"פ | ספטמבר 2020

לכבוד: ראש הממשלה (באמצעות היועץ לביטחון לאומי וראש המל"ל)

הנדון: המיזם הלאומי למערכות נבונות בטוחות
אסטרטגיה לאומית לישראל בתחום הבינה המלאכותית

בהמשך לסיעור מוחות שנערך בראשותך ב-20 בפברואר 2018, בריכוז המל"ל והחתומים על מכתב זה, ובהשתתפות מספר מובילי דעה מהאוניברסיטאות בארץ, וגורמים רלוונטיים אחרים, פנית אלינו להוביל מיזם לאומי בתחום המערכות הנבונות הבטוחות. זאת במטרה לגבש ולהמליץ על תכנית לאומית אסטרטגית להעצמת הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי של ישראל. המטרה היא להציב את ישראל בחמישייה המובילה בעולם בתחומי הליבה של הבינה המלאכותית, אשר הם קריטיים לביטחונה של ישראל, ומתאימים לגודלה ויכולותיה, ושישראל יכולה להפוך למובילה עולמית בהם, כמובא בסיכום פ"ע רה"מ - ר' מל"ל מ-3 במאי 2018. להלן:

החזון:

העצמת חוסנה של ישראל כמעצמה מדעית-טכנולוגית בראיית הביטחון הלאומי הכלכלי והחברתי, והבטחת עתידה וחוסנה הלאומי של מדינת ישראל כחברה בטוחה, פתוחה, דמוקרטית ומבוססת ידע.

המטרה:

להציב את ישראל בחמישייה המובילה של מדינות העולם בתחומי הליבה הטכנולוגיים, המשרתים חזון זה, בתוך חמש שנים.

המיזם הותנע ביולי 2018, לאחר שגייסנו צוות מוביל שכלל את מיטב הכוחות מהממשלה (כולל מערכת הביטחון), האקדמיה והתעשייה. במהרה הצטרפו אליו מאות מומחים מכלל המשק הישראלי, כולם בהתנדבות מלאה, כשהם מייצגים נקודות מבט ואינטרסים שונים, למען בנייתה של תכנית לאומית כוללת כמבוקש. כלל המתנדבים חולקו ל-14 צוותים ולצוות מתכלל, ועבדו ללא לאות להכיר את הקיים, להבין את החסר, לנתח את החולשות והעוצמות, ולהמליץ על אסטרטגיה כוללת. במובן זה, הדוח המובא להלן הוא תוצר של "חכמת המון מומחים", שלכולם אנחנו מודים מקרב לב על התובנות והמאמץ שהם השקיעו בעבודה זו.

מתוך שלל התובנות דלינו בעזרת צוות מצומצם את המסקנות העיקריות ואת האסטרטגיה, שלהבנתנו תוביל את מדינת ישראל לממש את החזון המוגדר ואת המטרות שהוצבו בפנינו. האסטרטגיה המוצעת במסמך זה משקפת את כלל התובנות שעלו במהלך העבודה מכלל הצוותים, אך באופן טבעי מתמצתת ומדגישה תמונה אחת קוהרנטית, שהיא על אחריותנו בלבד.

התובנה המרכזית העולה מהדברים היא, שתחום הבינה המלאכותית והטכנולוגיות הכרוכות בו הוא **השתית של השתיות**. מדובר בתשתית שהיא קריטית לעתיד מדינת ישראל - לביטחונה, לחוסנה הטכנולוגי, לכלכלתה ולרווחת אוכלוסייתה.

1 חלק א' להלן הכולל את התמצית וההמלצות הוכן ונכתב ע"י החתומים מטה וע"י הגב' ליהיא פרידמן, מרכזת המיזם. דוחות הצוותים המובאים בחלק ב' נכתבו ע"י ראשי וחברי צוותי המשנה ושולבו במסמך זה על ידי מרכזת המיזם.

המיזם הלאומי למערכות נבונות בטוחות להעצמת הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי: אסטרטגיה לאומית לישראל

דו"ח מיוחד לראש הממשלה

חלק א': תמצית והמלצות

כתיבה ועריכה:

פרופ' יצחק בן ישראל, ראש המיזם

פרופ' אביתר מתניה, ראש המיזם

ליהיא פרידמן, מרכזת המיזם

מסמך זה הוצא לאור בשיתוף סדנת יובל נאמן למדע טכנולוגיה וביטחון, אוניברסיטת תל אביב

<https://sectech.tau.ac.il>

עריכה גרפית ועריכת שער: שרית אריאלי

אלול התש"פ, ספטמבר 2020

ניתן להשתמש במסמך זה או בחלקים ממנו באופן חופשי בכפוף לאזכור המקור כדלקמן:

בן ישראל, י', מתניה, א' ופרידמן, ל' (עורכים). (ספטמבר 2020). *המיזם הלאומי למערכות נבונות בטוחות להעצמת הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי: אסטרטגיה לאומית לישראל*. דו"ח מיוחד לראש הממשלה.

Ben-Israel, I., Matania, E. & Friedman, L. (Eds.) (Sep. 2020). *The National Initiative for Secured Intelligent Systems to Empower the National Security and Techno-Scientific Resilience: A National Strategy for Israel. Special Report to the Prime Minister.*

היכולת להציב את מדינת ישראל כמובילה עולמית בתחום וכמנצלת אותו עד תומו תוכל להתבצע רק, ואנו מדגישים
- רק, אם ממשלת ישראל תגדיר אותו כתחום עיקרי וקריטי לעתיד המדינה, תתקצב אותו ככזה מתוך הבנה שעתידה
מושתת עליו, ותקים מנהלת ייעודית שתוביל ותתכלל את התכנית האסטרטגית הלאומית.

לשם כך יש לממש 5 יעדים לאומיים (פירוט מובא להלן בעמ' 24-22):

1. עדיפות לאומית:

קביעה כי נושא המערכות הנבונות והבינה המלאכותית מהווים תשתית קריטית לעתיד המדינה וכתחום
בעדיפות לאומית.

2. תוכנית לאומית:

הקמה של תכנית לאומית ליצירת אקו-סיסטם שלם ובר קיימא למערכות נבונות (פירוט מלא בהמשך,
עמ' 39-25), המושתתת על 3 צירים:

ציר תשתיות קריטיות כבסיס הכרחי לבניין הכוח (תשתיות פיסיקות, אנושיות, מחקריות והנגשת נתונים);

ציר תשתיות מאפשרות (הגנת סייבר ואסדרה מאוזנת שתאפשר צמיחה כלכלית לצד שמירה על פרטיות
וזכויות האזרח);

ציר בניין העוצמה הלאומית (פרויקטים לאומיים בתחומי הבריאות, תחבורה, חקלאות, דיגיטציה והכנסת
כלי בינה מלאכותית לשירותי הממשלה, ועידוד התעשייה לצד פרויקטים לאומיים בתחומי הביטחון
ובמיוחד בטיפול במצבי חירום).

3. תקצוב התכנית

כדי לממש את התכנית המוצעת על ממשלת ישראל לתקצב 10 מליארד ש"ח בשנים 2021 - 2025 (5
שנים).

4. ניהול התוכנית

הקמת מנהלת לאומית ייעודית לניהול המיזם הלאומי למערכות נבונות במשרד רה"מ.

5. וועדה מייעצת

הקמת וועדה חוץ ממשלתית מייעצת לרה"מ בעלת 5 חברים.

פרסום הדו"ח להלן התעכב בגלל מערכת הבחירות הממושכת בה היינו נתונים (שבמהלכה לא יכלה הממשלה
להקצות תקציב לנושאים חדשים), ובגלל משבר הקורונה. אנו סבורים כי ההאטה הכלכלית העולמית, שנכפתה
בעטיו של משבר הקורונה דווקא יכולה להפוך, באמצעות הבינה המלאכותית, לקרש קפיצה ולהזדמנות.
אנו סבורים כי השקעה אסטרטגית בתשתיות בינה מלאכותית-דיגיטציה-סייבר, כמוצע להלן, תוכל לא רק לעזור
לישראל בצליחת המשבר, אלא להפכו לנקודת זינוק לבניית עוצמה מהמובילות בעולם לטובת הביטחון, הכלכלה
ושיפור החיים בארץ.

הערה: זמן קצר לאחר שהתבקשנו ע"י ראש הממשלה לעמוד בראש המיזם, החליט גם פורום תל"מ להקים
וועדה לקידום טכנולוגיות הקוונטים בישראל. כדי לא לעשות עבודה כפולה, החלטנו כי ראש הצוות שיבחן
את נושא תשתית המחשוב (כולל מחשוב קוונטי) אצלנו תהיה גם ראש הוועדה של תל"מ. צוות המשנה
לתשתית המחשוב סיים את עבודתו והגיש את המלצותיו והן אושרו ע"י פורום תל"מ עוד לפני פרסום הדוח
שלנו. מאוחר יותר הרחיב תל"מ את הגדרת העבודה וכלל בה תשתיות נוספות. יודגש כאן כי המלצות אלו
מקובלות עלינו רובן ככולן. עם זאת, חייבים לזכור כי תל"מ עוסק בתשתיות לאומיות למחקר המהוות רק פן
אחד מתוך המכלול הנדרש לבניית העוצמה והשגת המטרות שהוצבו וכי אסור לנו ליפול בפח ולראות את
דו"ח תל"מ כמקיף את המכלול כולו.

אנו משוכנעים, שאם אתה והממשלה תאמצו את המלצות המיזם, מדינת ישראל תזנק במהלך החומש ועד העשור
הקרוב, לשורה הראשונה של מדינות העולם בכל פרמטר ביטחוני, כלכלי וטכנולוגי.

בכבוד רב,

בתודה לכל האנשים שתרמו למיזם (שמותיהם מפורטים בחלק ב'),

ובתודה עמוקה על הזכות שניתנה לנו לעמוד בראשו,

פרופ' אביתר מתניה

פרופ' יצחק בן ישראל

העתקים:

שרי ממשלה:

שר הביטחון, שר האוצר, שר הכלכלה, שר הבריאות, שרת התחבורה, שר החקלאות, שר המדע, שר החינוך, שר ההשכלה הגבוהה, שר הדיגיטל הלאומי, השר לביטחון הפנים, שר המשפטים;

מנכ"לי משרדי ממשלה:

מ"מ מנכ"ל משרד רה"מ, מנכ"ל משרד הביטחון, מ"מ מנכ"ל משרד האוצר, מנכ"ל משרד הכלכלה, מנכ"ל משרד הבריאות, מנכ"ל משרד התחבורה, מנכ"ל משרד החקלאות, מנכ"לית משרד המדע, מנכ"ל משרד החינוך, מנכ"ל משרד להשכלה גבוהה, מנכ"ל משרד הדיגיטל הלאומי, מנכ"ל המשרד לביטחון הפנים, מנכ"ל משרד המשפטים;

מזכיר הממשלה;

מערכת הביטחון:

ר' המטה לביטחון לאומי;

ר' המוסד, ר השב"כ, ר' מערך הסייבר הלאומי;

צה"ל: רמטכ"ל , סגן הרמטכ"ל, ר' אגף התקשור"ב, ר' אמ"ן, ר' אג"ת;

המזכיר הצבאי לרה"מ, המזכיר הצבאי לשר הביטחון;

משהב"ט: ר' מפא"ת;

משטרת ישראל: מ"מ המפכ"ל;

יחידות ומשרדי ממשלה:

ר' המולמו"פ, ר' הות"ת, יו"ר רשות החדשנות, מנכ"ל רשות החדשנות, מ"מ ר' אגף תקציבים, משנה ליועמ"ש לענייני המשפט הבינ"ל, משנה ליועמ"ש לענייני המשפט האזרחי, היועמ"שית לרה"מ, מ"מ ר' הרשות להגנת הפרטיות, ר' מטה ישראל דיגיטלית, ר' רשות התקשוב הממשלתי;

אקדמיה:

נשיאת האקדמיה הלאומית למדעים;

אוניברסיטת ת"א: נשיא, רקטור, יו"ר ועד מנהל;

הטכניון: נשיא, רקטור, יו"ר ועד מנהל;

האוניברסיטה העברית: נשיא, רקטור, יו"ר ועד מנהל;

אוניברסיטת בן גוריון: נשיא, רקטור, יו"ר ועד מנהל;

אוניברסיטת חיפה: נשיא, רקטור, יו"ר ועד מנהל;

אוניברסיטת בר אילן: נשיא, רקטור, יו"ר ועד מנהל;

מכון וייצמן למדע: נשיא, רקטור, יו"ר ועד מנהל;

אוניברסיטת אריאל: נשיא, רקטור, יו"ר ועד מנהל.

תוכן עניינים

11	א. מבוא
12	א. הצעד הבא: מערכות נבונות
14	א. המיזם
17	א. ניתוח המצב בעולם ובארץ
17	המצב בעולם
18	המצב בישראל
18	1. חוזקות
18	2. חולשות ואתגרים
20	א. ההיגיון המכוון למיזם
20	מטרות המיזם
20	1. הבטחת החוסן הטכנולוגי
20	2. הבטחת העוצמה הטכנולוגית-ביטחונית
20	3. הזדמנות לצמיחה כלכלית
20	4. הזדמנות לשיפור רווחת החברה
21	הרעיון המרכזי
22	א. המלצות להחלטת ממשלה
22	1. עדיפות לאומית
22	2. תוכנית לאומית
23	3. תקצוב התכנית
24	4. ניהול התוכנית
24	5. וועדה מייעצת
25	א. פירוט התכנית הלאומית
25	1. תשתיות
25	א. תשתיות מחשוב
27	ב. תשתיות הון אנושי
29	ג. תשתיות מחקר
30	ד. תשתיות נתונים
31	2. תנאים מאפשרים
31	א. סייבר ובינה מלאכותית
31	ב. אתיקה ורגולציה
33	3. בניית עוצמות ופרוייקטי דגל
33	א. העצמת המגזר התעשייתי וחיזוק קשרי האקדמיה והתעשייה
33	ב. המגזר הממשלתי
34	ג. בניית עוצמות לאומיות (פרוייקטי דגל)
35	1) בריאות
36	2) חקלאות
37	3) תחבורה
37	4) ביטחון
39	5) פרויקט הדיגיטציה הממשלתית
41	נספחים
42	נספח א' – רקע להקמת המיזם הלאומי
46	נספח ב' – הגדרת טכנולוגיות נבונות
48	נספח ג' – הערכת שווי שוק גלובלי עתידי ב-AI
53	נספח ד' – אסטרטגיות והשקעות מדינתיות ב-AI בעולם

1. מבוא

אחד מעמודי התווך של ביטחונה הלאומי של מדינת ישראל הוא הובלה **מדעית-טכנולוגית** בחזית הידע העולמי בתחומים קריטיים. כבר עם קום המדינה הבינו מייסדיה, כי אין לנו דרך להתגבר על הפער **הכמותי** בין ישראל לאויביה במשאבי שטח וכוח אדם, אלא באמצעות **האיכות**, שביטויה המעשי הוא **איכות הגורם האנושי ואיכות יכולתנו המדעית והטכנולוגית**.

טיפוח הגורם האיכותי הוא חיוני הן עבור יכולתנו הביטחונית להתמודד עם סביבה עוינת, והן עבור יצירת שגשוג כלכלי, הנשען על חדשנות וכושר המצאה טכנולוגיים בחזית הידע העולמי, המביאים בתורם לתוצר לאומי בעל ערך מוסף גבוה. שגשוג כזה תורם באופן ישיר לאיכות החיים, ולגידול במשאבים שהמדינה יכולה להפנות לקידום חברתי, לצמיחה כלכלית ולצרכי הביטחון.

בתחומים הטכנולוגיים בהם יש צורך ביטחוני מחד גיסא, והם מהווים גם מנוע צמיחה לתעשייה עתירת הידע מאידך גיסא, נוצר רציונל כפול לקידומם, ואף יותר מכך – מעין היזון חוזר: האקדמיה יוצרת ידע חדש, התעשייה נשענת על הידע הזה ומפתחת יכולות מתקדמות בעלות ערך מוסף גבוה בהתאם לצרכי השוק והביקוש העולמי, מערכת הביטחון נהנית מהידע והיכולות הנוצרות, ובתורה תורמת כ"א מעולה, צרכים והבנה ייחודיים המזינים את האקדמיה ואת התעשייה, וחוזר חלילה. באמצעות מעבר של אנשים מוכשרים ממערכת הביטחון לתעשייה ולאקדמיה, נוצרת מערכת כלים שלובים – **אקו-סיסטם** (eco-system) – בה הידע עובר בין שלוש המערכות הללו (ביטחון וממשלה, תעשייה ואקדמיה).

הרעיון המתואר לעיל אינו חדש. מדינת ישראל עברה מהפכה דומה כבר מסוף שנות השמונים ותחילת שנות התשעים בתחום טכנולוגיות המידע (ICT). עד היום, המנוע העיקרי לצמיחה הכלכלית בישראל הוא מערך ההי-טק (Hi-Tech) שנבנה כך. מהפכה שניה קרתה רק לפני שנים ספורות, כאשר ממשלת ישראל החליטה לבנות עוצמה לאומית בתחום הסייבר. תחום זה נבחר מהסיבות שפורטו למעלה: ראשית, הוא מאפשר התמודדות מיטבית עם האיומים המתהווים בממד זה, ושנית, הוא הפך את ישראל לאחד ממוקדי הידע העולמי בתחום, ואפשר לנו להיות אחד השחקנים העיקריים בשוק הגלובלי, דבר המתבטא בפריחה כלכלית.

מהפכת הסייבר בוצעה תוך טיפול **באקו-סיסטם הכולל – אקדמיה ומערכות החינוך, תעשייה, ממשלה וביטחון**. הרציונל המרכזי של התכנית היה בדיוק השילוב הכפול של צורך ביטחוני והזדמנות כלכלית במובנה הרחב, היוצרים יחדיו מעין היזון חוזר כמתואר לעיל. השילוב של יצירת מרכז כובד אקדמי-תעשייתי-ממשלתי בסייבר, עם מינוף ההזדמנות הכלכלית, יצר עבור ישראל עצמה גלובלית בסייבר. כך למשל, בשנת 2019, היווה יצוא מוצרי ושירותי הסייבר של ישראל כ-10%-5% מהשוק העולמי, ומה שאולי יותר חשוב – קרוב לכ-20% מכל ההשקעה העולמית במו"פ סייבר עסקי, הושקעו בישראל.

ו. הצעד הבא: מערכות נבונות

מן המפורסמות היא, כי קצב ההמצאה והחדשנות הטכנולוגיים הולך ומתגבר והוא חסר תקדים. עובדה זו אינה מאפשרת לנו לנוח על זרי הדפנה וליהנות מפירות מאמץ מהפכות ההייטק והסייבר בלי להתכונן למהפכות הטכנולוגיות והנמצאות בשער ולצעד הבא. עומדת, אפוא, בפנינו, שאלה קשה: **מהו הנושא המדעי-טכנולוגי בו צריך להתמקד היום, במישור הלאומי, כדי להשיג את התכלית הכפולה: ביטחונית וכלכלית-חברתית (כולל היזון חוזר ביניהן) ולהציב את ישראל שוב בחזית הידע העולמי בתחום הנבחר?**

ההתמודדות עם שאלה זו היא לא רק בממד של כדאיות, אלא הכרח חיוני לעתידנו הביטחוני, המדעי-טכנולוגי והכלכלי כאחד. בחירה נכונה של התחום מחייבת להבין את כיווני ההתפתחות הטכנולוגית-מדעית בעולם הרחב מחד, ואת הצורך, היתרונות והמגבלות שיש למדינת ישראל מאידך.

התפתחות המחשבים בחמישים השנים האחרונות וחדירתם לכל תחומי חיינו הביאה לכך, **שטכנולוגיית המחשב נעשתה הטכנולוגיה הדומיננטית בחיינו**. בשלב הראשון – שלב, שניתן לקרוא לו בשם **”המחשב כפלטפורמה”** - הביאו טכנולוגיות אלו יכולות חישוב וניהול שלא היו בידינו קודם לכן, ונכנסו כמערכות, ולאחר מכן כרשתות, לכלל הארגונים. השלב השני, שאנו חיים אותו בימים אלו, הוא שלב **”הסייבר”**: הקישוריות הכמעט טוטאלית של רשתות מחשבים ותקשורת, חיבור האינטרנט לכמעט כל פינה ואדם בעולם (בזכות מכשירי הקצה כמו הסמארטפון), מהירות העיבוד המאפשרת זרימה אדירה של נפחי מידע, הוזלה של רכיבי חישוב וזיכרון והיכולת לאגור מידע ולעבדו בכמויות בלתי נתפסות, כל אלו הביאו לשינוי של עולם התעשייה, פני הכלכלה, מרקם החיים, ובכלל זה גם איומים חדשים (איום הסייבר), והם משפיעים על מכלול חיינו, כפרטים, כחברה וכמדינה.

השלב השלישי של מהפכת המחשוב, שאנו מתקדמים אליו בצעדי ענק בימים אלו, הוא צירוף של הישגים מדעיים והנדסיים של ארבע–חמש השנים האחרונות, המביא את טכנולוגיית המחשוב לשלב בו מערכות ממוחשבות יחוללו ידע חדש ויתפקדו באופן עצמאי ו”נבון”. לצורך הנוחות נכנה שלב זה בשם **”מערכות נבונות”**.

הבסיס המדעי-טכנולוגי עליו מתבסס שלב זה הוא כפול: ההתקדמות יוצאת הדופן **בבינה המלאכותית (AI - Artificial Intelligence)**, ובמיוחד בתחום **הלמידה העמוקה (Deep Learning)**, ביחד עם **יכולות מחשוב, תקשורת ועיבוד מהירים וממוזערים באופן חסר תקדים, כולל טכנולוגיות קוונטיות**.

תחת הכותרת ”מערכות נבונות” המיזם הנוכחי מתייחס למספר טכנולוגיות מתקדמות, שמגדירות ומעצבות את חוקי המשחק הכלכליים והביטחוניים בעידן המידע, וקשורות רובן ככולן לתחום הבינה המלאכותית. טכנולוגיות הליבה יתארו וינתחו להלן. עם זאת דרושה כבר כאן **הבהרה טרמינולוגית: המושג בינה מלאכותית** הפך שגור בפי רבים המייחסים לו שלל משמעויות שאת רובן ניתן לסווג באופן גס לאחת משתי גישות. לפי גישה אחת, בינה מלאכותית מתארת את כלל הפעולות הטכנולוגיות למיצוי מידע והפקת תובנות ממאגרי נתונים. לפי גישה זו המזוהה עם תחום מדע הנתונים (Data Science), היתרון יהיה בידי הגורמים שיחזיקו במידע הרב והאיכותי ביותר. הגישה השנייה מזוהה עם תחום למידת מכונה (Machine Learning) ולפיה בינה מלאכותית היא היכולת של מכונה ללמוד לבצע פעולה ולטייב את ביצועה, בהסתמך על נתונים, דוגמאות וניסיון מצטבר. אלגוריתמים המתוכנתים ללימוד וטיוב עצמי מאפשרים למכונה הקולטת דוגמאות ונתונים על ביצוע פעולה כלשהי, לגלות חוקיות ולגבש את האופן בו היא תבצע אותה אם תידרש. גם לפי גישה זו המידע הוא חיוני, אך היתרון יימצא בידי מי שישכילו לייצר אלגוריתמים טובים יותר ללמידה מדויקת ומהירה יותר. המיזם הלאומי ודוח זה, רואים את הגישות הללו כמשלימות זו את זו ולכן בכל מקום בו מופיע המושג בינה מלאכותית בדוח ובנספחיו הכוונה היא הן לנושא מיצוי המידע והן ללמידת מכונה, אלא אם יצוין אחרת.

המרוץ הגלובלי לעליונות טכנולוגית בעידן המידע, מתנהל הן בתחום למידת המכונה והן בתחומים משיקים, כמו הצטיידות בתשתיות דאטה ועוצמות חישוב, הנדרשים לצורך פיתוח מערכות בינה מלאכותית ושימוש בהן, או בטכנולוגיות המשתמשות בעצמן ביישומי הבינה המלאכותית. המיזם הנוכחי בחן מספר טכנולוגיות שזוהו כרלוונטיות ביותר למרוץ העולמי ולישראל בפרט: למידת מכונה (ML) ומדע הנתונים (DS), IoT וסנסורים², רובוטיקה ומערכות אוטונומיות, בינה מבוזרת³, כוח מחשוב ומחשוב קוונטי⁴.

ליישומים של תחומי מדע בסיסיים אלו, ביחד עם עוד מספר טכנולוגיות נבחרות, יש השלכות רוחביות מרחיקות לכת ברוב תחומי חיינו, בין היתר בביטחון, ברכואה, בתחבורה, באוטומציה, בקמעונאות, במכירות, בשירות לקוחות ולמעשה כמעט בכל תחום הרלוונטי לחיים המודרניים. האלגוריתמים הלומדים למיניהם, יחד עם העלייה העצומה בכוח המחשוב, כבר מתחילים לחדור לכל תחומי חיינו, והבנתם מחייבת שליטה לא רק בדיסציפלינות הטכנולוגיות ה”טבעיות” - כמו מדעי המחשב, מתמטיקה והנדסה – אלא גם בהיבטים החברתיים, המשפטיים, העסקיים ואפילו הפילוסופיים.

הערת אזהרה: הגדלת היישומים של בינה מלאכותית בכלל מגזרי המשק, יש לה לא רק יתרונות, אלא היא עלולה לטמון בחובה גם הגדלה של הסיכונים. ככל שאנו מגדילים את השימוש במחשבים, אנו יוצרים נקודת תורפה ע”י הגדלת תלותנו בפעולה התקינה של מחשבים אלו. זו הסיבה לכך שאבטחת הסייבר הולכת ותופסת מקום גדול יותר ויותר בשנים האחרונות. כניסה מסיבית לתחום המערכות הנבונות תעצים תופעה זו עוד יותר. זאת לא רק בגלל גידול תלותנו במחשבים, אלא גם מפני שחלק מטכנולוגיות הבינה המלאכותית, בנויות במודע על אלגוריתמים המשנים את עצמם, ובכך אנו מאבדים (במודע) חלק מהשליטה שלנו במכונות. גורמים חורשי רעה יכולים לנצל זאת לא לטובת המטרה המקורית (ייעול ושיפור חיינו) אלא לטובת האינטרסים שלהם, החל מפושעים, דרך קבוצות אידאולוגיות וטרור וכלה במדינות עויינות. משום כך יש לתת את הדעת מראש על **אבטחת המערכות הנבונות**, ולכן גם הקמנו צוות מיוחד שיעסוק בנושא, וקראנו למיזם כולו בשם **מערכות נבונות בטוחות**.

לצורך בחינת הנושא כינס ראש הממשלה ב-20 בפברואר 2018 דיון לסיעור מוחות, בריכוז של המל”ל ושל החתומים על מסמך זה, ובהשתתפות מספר מובילי דעה מהאוניברסיטאות בארץ, המעורים בתחומים טכנולוגיים מתקדמים, וגורמים רלוונטיים מהממשלה. בדיון נדונו תחומי הליבה הטכנולוגיים העתידיים הקריטיים והמשפיעים ביותר על העשורים הקרובים, שהם תשתית ליבתית להתקדמות טכנולוגית במגזרים רבים, מהווים תשתית חיונית לביטחון, לכלכלה ולחברה בישראל, ושיש לישראל בסיס המאפשר לה להימצא בהם בחזית הידע. בסיכום ביקש ראש הממשלה מהחתומים מטה - פרופסור יצחק בן ישראל ופרופסור אביתר מתניה – להגיש לו הצעה למיזם לאומי בתחום המערכות הנבונות.

בהמשך העברנו לראש הממשלה מסמך מסכם המתמקד בנושא המערכות הנבונות וטכנולוגיות בינה מלאכותית. על בסיס נייר זה החליט רה”מ על הקמת המיזם הלאומי למערכות נבונות ופנה לחתומים מטה לעמוד בראשו (סיכום פ”ע רה”מ – ר’ המל”ל מ-3 במאי 2018. ראו נספח א’). זאת כדי לגבש ולהמליץ לו ולממשלה על תכנית אסטרטגית לאומית שתעמיד את מדינת ישראל בקדמת הבמה הגלובלית בטכנולוגיות של המערכות הנבונות, במטרה להעצים את הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי של ישראל, ולענות לחזון ולמטרה הבאים:

החזון:
העצמת חוסנה של ישראל כמעצמה מדעית-טכנולוגית בראיית הביטחון הלאומי הכלכלי והחברתי, והבטחת עתידה וחוסנה הלאומי של מדינת ישראל כחברה בטוחה, פתוחה, דמוקרטית ומבוססת ידע.
המטרה:
להציב את ישראל בחמישייה המובילה של מדינות העולם בתחומי הליבה הטכנולוגיים, המשרתים חזון זה, בתוך חמש שנים.

^[1] המיזם הלאומי למערכות נבונות בטוחות - חלק א' תמצית והמלצות | 13

^[2] המיזם הלאומי למערכות נבונות בטוחות - חלק א' תמצית והמלצות

ביולי 2018, הותנע המיזם, אליו הצטרפו במהרה מאות מומחים מכלל המשק הישראלי המייצגים נקודות מבט ואינטרסים שונים – מהאקדמיה, מהתעשייה, ממערכת הביטחון ומהמשלה, כולם בהתנדבות מלאה, למען בנייתה של תכנית לאומית כוללת כמבוקש. כלל המתנדבים עבדו ללא לאות להכיר את הקיים, להבין את החסר, לנתח את החולשות והעצמות, ולהמליץ על אסטרטגיה כוללת.

היות שישראל אינה יכולה לבנות יכולות בכל התחומים ולהתחרות בכל השווקים בשל גודלה ומשאביה המוגבלים, עליה לכלכל את צעדיה ולגבש תכנית לאומית, שתהיה ישימה ומתאימה למאפייניה הייחודיים. בהתאם לכך, תכנית המיזם המובאת כאן גובשה לאור שלוש שאלות מרכזיות:

1. אילו יכולות וטכנולוגיות הן קריטיות להבטחת הביטחון הלאומי של ישראל והמשך קיומה כמעצמת הייטק?
 2. באילו תחומים וטכנולוגיות יש לישראל יתרון יחסי שיאפשר לה להוביל עולמית וליהנות כלכלית וחברתית מפירות הובלה זו?
 3. איזו תכנית לאומית מובילה תאפשר לחולל את המהפכה הנדרשת בישראל למימוש החזון והמטרה לעיל?
- על מנת לענות על השאלות הללו ולגבש המלצות שיאפשרו את מימוש החזון, הוקמו 14 צוותי עבודה מקצועיים בחלוקה לשלושה צירים ומעליהם פורום מתכלל שכלל גם את כל ראשי הצוותים:

1. ציר הטכנולוגיה

במחקר מקדים למיזם, זוהו מספר טכנולוגיות⁵ מעולמות הבינה המלאכותית ומתחומים משיקים כרלוונטיות לבינה: למידת מכונה (ML) ומדע הנתונים (DS), IOT וסנסורים, רובוטיקה ומערכות אוטונומיות, בינה מבוצרת, כוח מחשוב (כולל מחשוב קוונטי⁶).

תחת הכותרת "מערכות נבונות" מתייחס המיזם לכלל טכנולוגיות אלו, ולכל אחת מהן הוקם צוות בחינה ייעודי.

2. ציר היישום

במסגרת זו נבחרו חמישה מגזרים עיקריים בהן ניתן להביא לשיפור גדול באמצעות טכנולוגיות הבינה המלאכותית: (1) רפואה ובריאות; (2) תחבורה; (3) המגזר הפיננסי; (4) חקלאות⁷; (5) ביטחון.

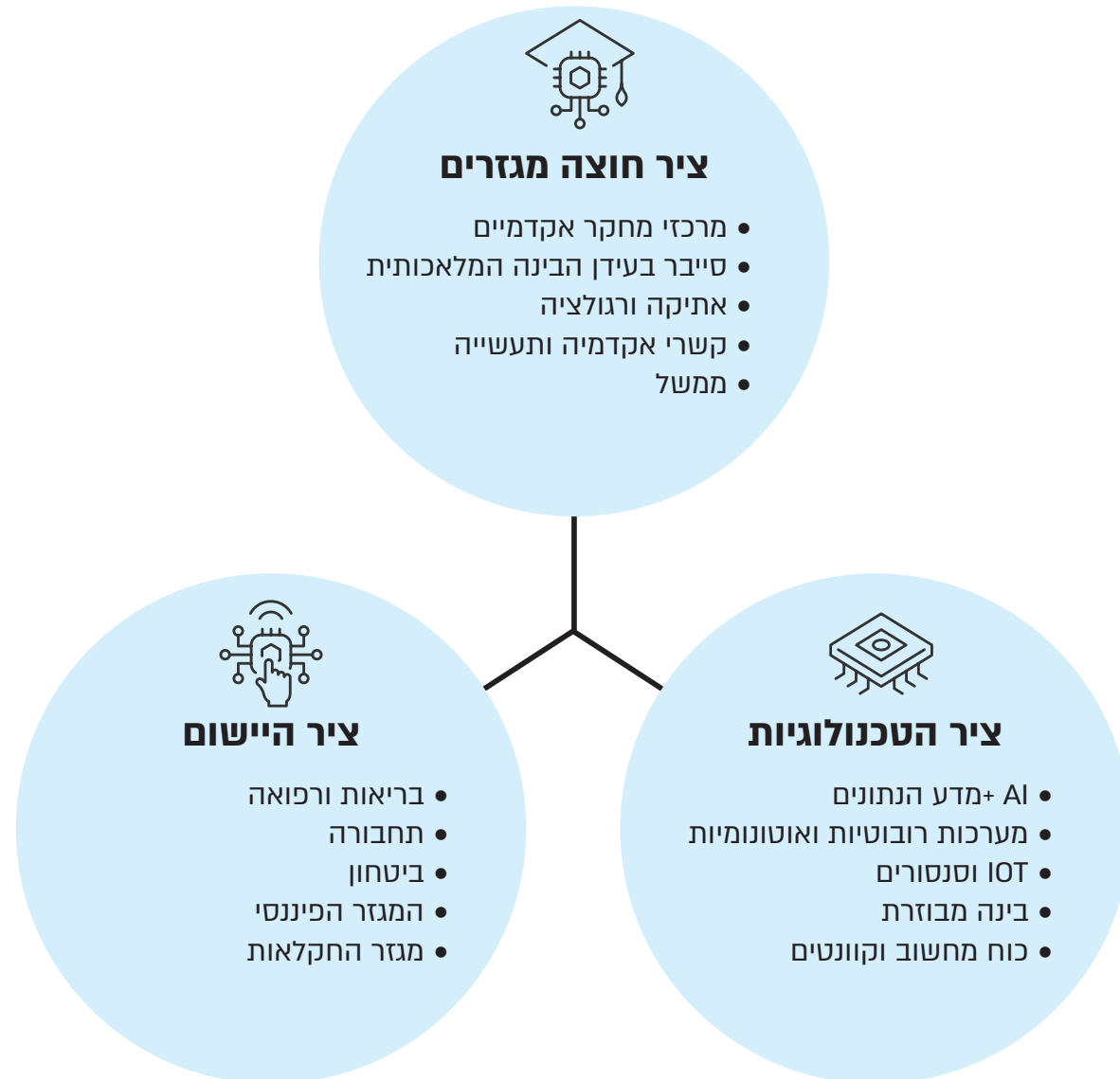
בכל תחום הוקם צוות עבודה בראשות מומחה לתחום ונבחנה התכנות לפרויקט דגל שיענה לקריטריונים הבאים: (1) יצירת שיפור מהיר ומשמעותי במגזר הנדון; (2) הדגמה לציבור ולמקבלי ההחלטות שתחום המערכות הנבונות אינו טכנולוגיה "עתידנית" אלא טכנולוגיה יישומית כבר עכשיו; (3) הדגמת היכולת הטמונה ביישומי בינה מלאכותית ע"י "קטר טכנולוגי" שיתניע את היווצרות האקו-סיסטם הלאומי הנדרש; (4) יצירת ידע (IP) ייחודי לטובת הכלכלה.

3. ציר חוצה-מגזרים

במסגרת זו נדונו נושאי מעטפת חוצי-מגזרים הדרושים להצלחת שני הצירים הקודמים, כמו חינוך והכשרת כ"א, מחקר אוניברסיטאי, תקציבים, התארגנות משרדי המשלה, אתיקה, רגולציה ומנגנונים להגדלת השיתוף בין האקדמיה לתעשייה.

הצוותים מיפו את המצב הקיים בארץ ובעולם כיום וזיהו פערים, כמו גם פוטנציאל ויתרונות מול השחקנים המובילים בעולם בתחום המערכות הנבונות. כל צוות הגיש דוח מפורט עם ממצאיו והמלצותיו וכל הדוחות מופיעים בחלק ב' כנספחים לדוח זה.

בסופו של דבר הוקמו צוותי העבודה המתוארים בשרטוט הבא:



הדוח והמלצותיו הינם תוצר של "חכמת המון מומחים" ועבודה משותפת בת למעלה משנה של מאות מומחים מכל המגזרים והתחומים במשק. תודתנו נתונה לכל העוסקים במלאכה, אשר השתתפו במיזם בהתנדבות מלאה, ובייחוד לראשי הצוותים וחברי הפורום המתכלל (לרשימת המשתתפים המלאה, ראו חלק ב'). יש להדגיש שהתוצר אינו מבטא עמדות רשמיות של הגופים או החברות מהן מגיעים משתתפיו. כמו כן, דעות רבות ושונות הושמעו במסגרת המיזם בסוגיות שונות ובאופן טבעי לא ניתן לכלול את כולן. הדוח מכוון לבטא את העמדות שהיו בהסכמה רחבה ככל האפשר, ובמקומות שבהם היו אי הסכמות, לספק מבט כולל ושלם ככל האפשר, ולהביא את ההמלצות שנמצאו משכנעות ביותר. בהתאם, אנו רואים לנכון להדגיש, שהאחריות על המסקנות הסופיות היא של החתומים מטה בלבד.

לפני שנעבור לניתוח הממצאים, התובנות וההמלצות, חשוב לציין שעצם התנעת המיזם ועבודתו פעלו כבר לקידום הנושא בארץ, עוד לפני שהתוכנית אושרה רשמית ע"י המשלה. כך למשל, יותר ויותר חברות הזנק נוצרו בשנתיים האחרונות בתחומי הבינה המלאכותית, ואפילו גופי ממשלה, שקודם למיזם "גררו" רגליים, התניעו פעילויות בתחום במהלך תקופה זו; מומחים שהיו שותפים לצוותים השונים חידדו ומיקדו את מאמצייהם בכיוונים שעלו.

גם גורמים שונים מחו"ל, ממשלות וחברות גלובליות כאחד, התדפקו על דלתותינו מעת לעת על-מנת להבין מה מדינת ישראל מתכננת בנושא, מתוך הנחה שהתכנית שתגובש ותאומץ ע"י המשלה תזניק את ישראל למקום מכובד בשורה הראשונה של

5 להסבר מפורט על כל טכנולוגיה ראו נספח ב.

6 זמן קצר לאחר שהתבקשו ע"י ראש המשלה לעמוד בראש המיזם, החליט גם פורום תל"מ להקים וועדה לקידום טכנולוגיות הקוונטים בישראל. כדי לא לעשות עבודה כפולה, החלטנו כי ראש הצוות שיבחן את הנושא הקוונטי אצלנו תהיה גם ראש הוועדה של תל"מ. צוות המשנה סיים את עבודתו והגיש את המלצותיו והן אושרו ע"י פורום תל"מ עוד לפני פרסום הדוח שלנו. יודגש כאן כי המלצות אלו מקובלות עלינו כלשונו. משום כך, התייחסנו בדוח זה רק לתוספות הנדרשות מעבר להמלצות שאושרו בתל"מ.

7 התחום לא נכלל בתכנית המקורית והוסף עם התפתחות העבודה.

IV. ניתוח המצב בעולם ובארץ

המצב בעולם

מאז שנת 2017, מעל ל-30 מדינות פרסמו אסטרטגיות או תוכניות לאומיות בתחום הבינה המלאכותית וכן השקעות לאומיות שמגיעות אף למיליארדי דולרים. חלק מהמדינות אף פרסמו תוספות או מהדורות מעודכנות (ראו נספח ד - אסטרטגיות והשקעות מדינתיות ב-AI בעולם). בעוד שמדינות שונות מדגישות היבטים ושימושים שונים של הטכנולוגיה, בולטת ההסכמה הגלובלית על חשיבות הבינה המלאכותית כטכנולוגיה תשתיתית, שעתידה להשפיע על כל תחומי החיים בעצמה, ולהוות בסיס לרוב הטכנולוגיות העתידיות. כדי להדגיש את הפוטנציאל המהפכני של הבינה המלאכותית וכן את היותה בסיס לקדמה בעתיד, פינלנד ומדינות נוספות משוות אותה לטכנולוגיית החשמל⁹.

משום כך ניתן כבר לזהות בבירור **מרוץ חימוש כלכלי וביטחוני להשגת עליונות בינה מלאכותית**¹⁰. הצהרתו של נשיא רוסיה ולדימיר פוטין כי "מי שישלוט בספרה הזאת [בינה מלאכותית] ישלוט בעולם"¹¹ משקפת זאת היטב, וכך גם ההשקעה הממשלתית הרוסית המוערכת בכ-3.4 מיליארדי דולר בתחום¹². גם התכנית האסטרטגית הלאומית של סין מבוססת על ההכרה כי "ההתפתחות המהירה של בינה מלאכותית תשנה משמעותית את החברה האנושית ואת העולם", וכוללת השקעה ממשלתית המוערכת בעשרות מיליארדי דולרים בפיתוח הטכנולוגיות והטמעתן, לטובת עמידה ביעד הלאומי – להפוך את סין למובילה העולמית בתחום הבינה המלאכותית עד 2030 עם תעשיית AI בהיקף של 150 מיליארד דולר¹³. בכך, סין מובילה בפער משמעותי את מרוץ ההשקעות הממשלתיות. בארה"ב, הנשיא טראמפ פועל לקידום בינה מלאכותית כתחום בעדיפות לאומית. בתחילת 2019 הוא השיק בצו נשיאותי את היוזמה האמריקאית לבינה מלאכותית ובתקציב 2021 התחייב להכפיל עד תקציב 2022 את המשאבים המוקצים למחקר ופיתוח בתחום, "בעידן של תחרות בין מעצמות, כדי לשמור על ההובלה העולמית בטכנולוגיה ומדע למען הדורות הבאים"¹⁴. מדינות אירופה נערכות למרוץ הן ברמה הלאומית, כמו צרפת - שתשקיע 1.5 מיליארד דולר על פני 5 שנים, או גרמניה - שתקצה 3 מיליארד דולר עד 2025¹⁵, והן ברמה גבוהה יותר, כמו האיחוד האירופי שהקצה 1.5 מיליארד אירו לתחום הבינה המלאכותית כחלק מתכנית המחקר והחדשנות Horizon 2020 (מלבד ההשקעה של המדינות החברות באיחוד), וכן השיק תכנית לקידום שיתופי פעולה של חברותיו בתחום הבינה המלאכותית תחת השם¹⁶ Made in Europe.

חשוב להבהיר כי מעבר להשקעות הממשלתיות, טכנולוגיית הבינה המלאכותית מגלמות פוטנציאל כלכלי אדיר במגזר הפרטי. שווי שוק הבינה המלאכותית העולמי לשנת 2019 מוערך בכ-1.9 טריליון דולרים והתחזיות ל-2022 נעות סביב 3.9 טריליון דולרים¹⁷. לפי הערכות של גורמים כ-Gartner ו-McKinsey, ערך השוק בחומש הקרוב יגדל ב-800-600 מיליארד דולרים בשנה (ראו נספח ג - הערכות שווי שוק עתידי גלובלי ב-AI).

מדינות העולם בתחומי המערכות הנבונות⁸. העניין אותו גילו הגורמים השונים נבע משילוב של מספר גורמים. ראשית - רצון להכיר וללמוד מהגישה הישראלית הכוללת לנושא, היות שישראל הוכיחה כבר מספר פעמים, ובמיוחד בתחום הסייבר, שהצליחה לגבש מתודה לאומית כוללת להזנקתה קדימה בתחומים טכנולוגיים משמעותיים. בנוסף, ראינו עניין בבניית שיתופי פעולה עם ישראל בתחום, החל מחיפוש אחר פרויקטים משותפים, בין ממשלות ובין מגזרים תעשייתיים, וכלה בהשקעות ובשיתופי פעולה מחקריים.

בהקשר זה, אנו מזהים את נושא המערכות הנבונות כאחד התחומים המרכזיים והחשובים לישראל בבניית שיתופי פעולה בינלאומיים – ממשלתיים, אקדמיים ותעשייתיים כאחד, וכן כתחום, שיתרום משמעותית לעצמה הרכה שלה במערכת הבינלאומית.

9 AI Finland: "Artificial intelligence is the new electricity", <https://www.tekoalyaika.fi/en>

10 Pecotic, A. (March 5, 2019) Whoever predicts the future correctly will win the ai arms race. Foreign Policy. <https://foreignpolicy.com/2019/03/05/whoever-predicts-the-future-correctly-will-win-the-ai-arms-race-russia-china-united-states-artificial-intelligence-defense>

11 קאהאן, ר. (3 במרץ, 2017) "פוטין: המדינה שתוביל בתחום ה-AI תשלוט בעולם כולו". כלכליסט. <https://www.calcalist.co.il/internet/articles/0,7340,L-3720438,00.html>

12 במאי 2019, פורסם כי התכנית הלאומית הרוסית מתבססת על תקציב של 1.4 מיליארדי דולר על פני 6 שנים וכן דווח כי קרן ההשקעות הממשלתית הרוסית תקצה 2 מיליארד נוספים לקידום חברות רוסיות בתחום הבינה המלאכותית. ראו בהרחבה בנספח ד.

13 FLIA. (2017, July 30). China's New Generation of Artificial Intelligence Development Plan, <https://flia.org/notice-state-council-issuing-new-generation-artificial-intelligence-development-plan>

14 The White House. (February 11, 2020). President Trump's FY 2021 Budget Commits to Double Investments in Key Industries of the Future. <https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/president-trumps-fy-2021-budget-commits-double-investments-key-industries-future>

15 Loucks, J., Hupfer, S., Jarvis, D. and Murphy, T. (19 May, 2019) Future in the balance? How countries are pursuing an AI advantage. Deloitte Insights <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/cognitive-technologies/ai-investment-by-country.html>

16 מדיניות בנושא בינה מלאכותית באתר הנציבות האירופית, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/artificial-intelligence#Coordinated-EU-Plan-on-Artificial-Intelligence>

17 Gartner Says Global Artificial Intelligence Business Value to Reach \$1.2 Trillion in 2018 (April 25, 2018); McKinsey Global Institute: Notes from (the AI Frontier: Insights from Hundreds of Use Cases (April 2018).

8 לדוגמה, מרכז החדשנות של דנמרק בישראל פרסם בינואר 2019 דוח מקיף על מצב הבינה המלאכותית בישראל וכיווני ההתפתחות הצפויים, תוך התייחסות למיזם הלאומי, במטרה לזהות לקחים עבור דנמרק. ראו THE STATE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ISRAEL, Innovation Centre Denmark in-depth report by Samuel Scheer, 2019.

המצב בישראל

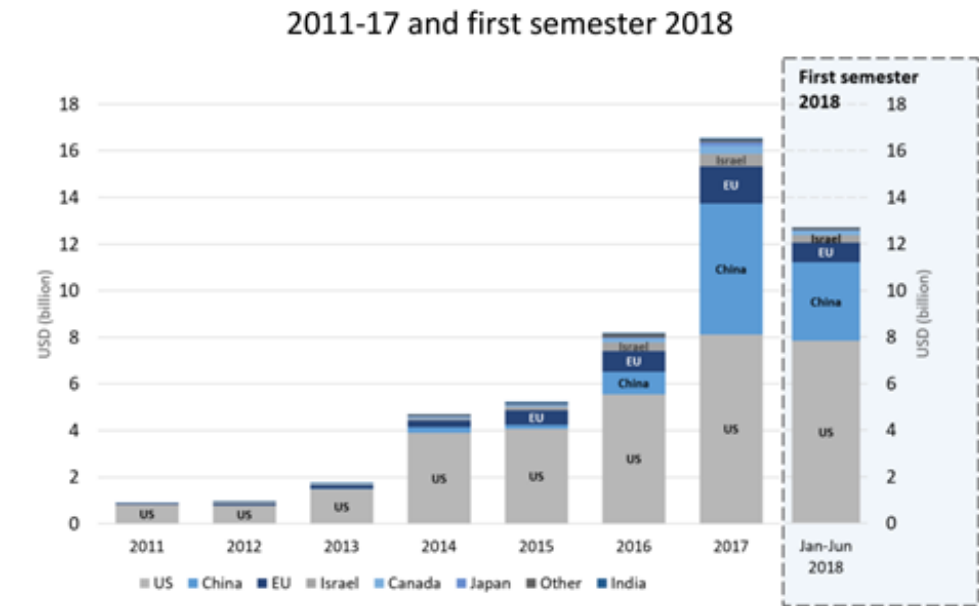
1. חוזקות

מיפוי המצב הקיים הבהיר כי לישראל יש מספר עוצמות בסיס חזקות בתחום הבינה המלאכותית המתבטאות בהיקף חברות הסטרטאפ במדינה, בנוכחות מרכזי מחקר ופיתוח בינ"ל ובאיי מצוינות באקדמיה בנושאים שונים. כך, בהשקעות בסטרטאפים בתחום הבינה המלאכותית, ישראל נמדדת באותה סקאלה (אבסולוטית) לצד המדינות המובילות כארה"ב, סין, יפן, קנדה, והאיחוד האירופי¹⁸, למרות גודלה ומשאביה הקטנים לאין שיעור בכל הפרמטרים. בתחום הסטרטאפים למשל, המספר האבסולוטי של סטרטאפים העוסקים בבינה מלאכותית בישראל, שני רק לארה"ב ודומה למספר המקביל בסין¹⁹.

המובילות העולמית, ניתן למנות את היותה של ישראל מדינה קטנה עם משאבים מוגבלים מאוד ביחס לשחקנים המובילים. ההון שישראל יכולה להקצות לתחום המערכות הנבונות אינו מתקרר לסכומים של המעצמות, וגם אם לא הייתה כל מגבלה על היקף ההשקעות, כמות ההון האנושי הרלוונטי (מהנדסים, מדענים ואנשי אקדמיה וטכנולוגיה) מוגבלת לאור גודלה האבסולוטי של ישראל. כפועל יוצא, ישנם תחומים שבהם ישראל רחוקה מחזית הידע, היות שאנשים בודדים מתעסקים בהם, אם בכלל. מעבר לגודל הקהילה המדעית-טכנולוגית בארץ, הדבר נובע גם מכך שהתמקצעות בחלק מהתחומים הללו מחייבת הקמה ותחזוק של תשתיות יקרות ביותר, שעלות הקמתן מהווה חסם כניסה למדינה בגודל של ישראל.

אתגר נוסף, הוא הפער הדיגיטלי בישראל. בגלל שהמדינה קטנה ויחסית מבודדת יש בה פחות תחרות בעולמות האפליקציה, ויש מגזרים שלמים שהם פחות דיגיטליים. כתוצאה מכך נוצר פער דיגיטלי בשירותי הממשלה ובמגזרים נוספים בישראל ביחס למדינות מערביות מפותחות. הדבר מתבטא למשל בפער משאר המדינות המערביות בתחומים כתשלומים דיגיטליים ותחבורה שיתופית, שבהם אף היה לישראל פוטנציאל להובלה (קיים ידע והקוטן מהווה דווקא יתרון). הדבקות הפער הדיגיטלי משאר המדינות המפותחות הוא תנאי מקדים והכרחי לשילוב מערכות נבונות בשלל המגזרים בארץ.

Figure 1. Total estimated equity investments in AI start-ups, by start-up location



Source: OECD estimates, based on Crunchbase (July 2018), www.crunchbase.com.

כאמור לעיל, בשנים האחרונות ניכרת עשייה במגזר העסקי והן במגזר הממשלתי לקידום תחום הטכנולוגיות הנבונות, כדוגמת השקעות בסטרטאפים. מאמצים חיוביים בכיוונים שונים מתקיימים בתעשייה, באקדמיה ובממשל, וניכר שהתגברו במיוחד מאז שקם המיזם וביתר שאת לקראת סוף 2019, בעקבות פעילותו, שזירזה ודחפה את שלל הגורמים הרלוונטיים לעסוק בנושא. המאמצים המבוצרים הללו חשובים, הם מהווים בסיס התחלתי מצוין, ויש להמשיך בהם.

2. חולשות ואתגרים

עם זאת, יש לישראל גם חולשות גדולות בתחום, הנובעות בעיקר מגודלה (או ליתר דיוק – קוטנה) ומאילוצים אחרים שעשויים למנוע מאתנו להיות שחקן מרכזי בתחום הבינה המלאכותית. אי-פתרון הבעיות הללו עלול לגרום לכך שהתעוררות תעשיית ההי-טק בארץ בתחום הבינה המלאכותית תגווע בטרם תגיע אל המסה הקריטית.

לצד הפוטנציאל הגבוה שתואר לעיל, ישנם אתגרים ופגרים מרכזיים הנובעים ממאפייניה של ישראל וכן מקיומם של תחומים שלמים שבהם ישראל רחוקה מאוד מהמובילים בעולם. בין האתגרים המשמעותיים שעל ישראל לצלוח כדי להשיג את יעד

OECD (2018), Private Equity Investment in Artificial Intelligence <http://www.oecd.org/going-digital/ai/private-equity-investment-in-artificial-intelligence.pdf>

ROLAND BERGER GMBH & ASGARD. (2018). Artificial Intelligence – A strategy for European startups. P. 17

V. ההיגיון המכוון למיזם

יש להבטיח שמדינת ישראל תמנף את הבסיס ההתחלתי הקיים בה בתחום הבינה המלאכותית כדי להפוך למובילה עולמית. ניסיון העבר בתחומי הסייבר והביטחון מראה כי לא די באוסף מאמצים ספורדיים כדי להפוך את ישראל למעצמה בתחום. יש צורך לרכזם לכדי מאמץ מתכלל מיוחד, מקיף ועוצמתי, שיונהג תוך הסתכלות לאומית כוללת וחוצת מגזרים על כלל התשתיות, המשאבים והמאמצים המושקעים. אחרת, גם אם נגיע לחזית בתחומים מסוימים, לא תתגבש המסה הקריטית שנדרשת על מנת לחולל מהפכה שתגבש סביבה אקו-סיסטם בר-קיימא שחיוני כדי לממש את חזון ההובלה העולמית וכדי ליהנות מפירותיה.

בינה מלאכותית ומערכות נבונות הן טכנולוגיות ליבה ועל כן ישראל חייבת לבסס את עצמה כמובילה בתחומים אלו, כדי להבטיח את בטחונה, כלכלתה ואת רווחת אזרחיה. עם האסטרטגיה הנכונה, מערכות נבונות יכולות להביא למהפכה ברמה הלאומית, להעלות משמעותית את רמת השירותים והמוצרים הציבוריים כמו בריאות, חינוך, תחבורה וביטחון, להגביר את הפרודוקטיביות ולאפשר את היווצרותם של מוצרים ופתרונות רבי תועלת לשווקים בישראל ובחו"ל. באופן כללי, יש ביכולתה לשפר באופן משמעותי את החיים בישראל. מטרת המיזם הלאומי הינה לטפל בחוסרים הנדרשים כדי להשלים את קפיצת המדרגה לחוסן טכנולוגי ובטחוני בעידן הטכנולוגיות הנבונות, אשר בתורה תהווה מנוע צמיחה כלכלי וחברתי למשק כולו, כמוסבר להלן.

מטרות המיזם

1. הבטחת החוסן הטכנולוגי

ההשקעה במובילות ישראלית בתחום המערכות הנבונות הינה קריטית לשימור הרלוונטיות של תעשיית ההייטק והחדשנות הישראלית ולהבטחה שלא תתנוון, באופן שיפגע אנושות הן בכלכלה הישראלית והן בביטחון הלאומי הנשען על עליונות טכנולוגית. נדרשת רפורמה באקדמיה, שהמודלים הנהוגים בה כיום אינם מותאמים לאופי המחקר והעיסוק בתחומי המערכות הנבונות, ובתוך כך יש להעלות את האטרקטיביות וההמשכיות של האקו-סיסטם הטכנולוגי הישראלי, להילחם בבריחת מוחות ולעודד שיבה של חוקרים ומומחים ישראלים לארץ.

2. הבטחת העוצמה הטכנולוגית-ביטחונית

העליונות הטכנולוגית של ישראל הינה אבן יסוד בתורת הביטחון ותנאי להבטחת קיומה של המדינה. בהמשך להצלחתה של ישראל למצב את עצמה כמובילה בתחום ההיי-טק בכלל והסייבר בפרט, עליה להיערך לשלבים הבאים של מהפכת המחשוב, ע"י פיתוח ורתימה של מערכות נבונות בטוחות לקידום הצרכים הביטחוניים הייחודים לישראל. בעידן המידע הפוסט תעשייתי, העוצמה מושפעת ישירות מיכולת האיסוף, העיבוד והשימוש בדאטה, בין אם לצרכי מודיעין, הגנה, או התקפה. כמו כן, מגמת הכניסה של רובוטיקה וכלים אוטונומיים לשדה המערכה צוברת תאוצה ומחייבת את ישראל לפתח ידע ויכולות בתחום. אלו הן רק דוגמאות להשפעות יישומי הבינה המלאכותית על הביטחון. ללא ההשקעה התוספתית הנדרשת ליצירת המסה הקריטית בתחום המערכות הנבונות ובניית היכולות הטכנולוגיות-ביטחוניות בראייה של שני עשורים קדימה, נאבד את היתרון שצברנו ואת מעמדנו כמובילים טכנולוגים על כל ההשלכות הביטחוניות הנובעות מכך.

3. הזדמנות לצמיחה כלכלית

בהתאם להערכות השוק המובאות מעלה, אם מדינת ישראל תשכיל לספק לדוגמה 5% מהגידול בלבד בשוק ה-AI הגלובלי, פירושו הכנסות של 40-30 מיליארד דולר לשנה. אפילו ל-1% יש כבר ערך מקרו כלכלי. מדובר בהזדמנות כלכלית נדירה עבור ישראל. יוזכר, כי בשני תחומים בהם חרטה ישראל על דגלה את הצורך להיות שחקן מרכזי בשוק העולמי – מערכות נשק וסייבר – מהווה הייצוא הישראלי כמעט 10% מהשוק העולמי.

4. הזדמנות לשיפור רווחת החברה

טכנולוגיות בינה מלאכותית אינן מבשרות חידוש או התפתחות בענף ההייטק בלבד, אלא כניסה לעידן חדש שבו תשתיות מידע וחישוב מתקדמות ישנו את דפוסי הפעילות האנושית בכל תחומי החיים. לכן, תכנון והשקעה נכונים מצד המדינה בטכנולוגיות בינה מלאכותית ושילובן במשק ייעלו ויטייבו את השירותים הציבוריים ויצעידו קדימה מגזרים שלמים כמו רפואה, תחבורה, חקלאות ושאר תעשיות מסורתיות, באופן שיגדיל את הפריון במשק ואת רווחת כלל האזרחים. זוהי ההזדמנות לקדם כלכלת צמיחה ויעילות במשק, גם במגזרים שעד כה החדשנות הישראלית לא חלחלה אליהם.

הרעיון המרכזי

הרעיון המרכזי העומד בבסיס המיזם הנוכחי הוא להפוך את חיסרון הגודל ליתרון. דווקא בגלל קוטנה של המדינה, אפשר תוך זמן קצר, להביא לתוכנית קוהרנטית בה ישותפו כל גורמי האקו-סיסטם, ואשר כל המשתתפים בה ישפרו את מצבם בזכות השיתוף עם הגורמים האחרים.

אליה וקוץ בה, שיתוף פעולה בין גורמים שונים האמונים על תחומים שונים נוגד, פעמים רבות, את הטבע האנושי והארגוני האוניברסלי. אנו מאמינים, ואמונה זו מתחזקת מלימוד לקחי מהפכת הסייבר, שדווקא קוטנה של ישראל, ההיכרות הרחבה של המובילים בכל מגזר עם עמיתיהם במגזרים האחרים, ותחושת אחדות הגורל, נותנים למדינת ישראל את האפשרות לרוץ מהר יותר בתחום, יחסית לשאר העולם.

כדי שישראל תוכל למנף את הבסיס הקיים ואת יתרונותיה היחסיים, עליה להתמודד היטב גם עם האתגרים, שכן, למרות שבמדדים מסוימים מצבה האבסולוטי של ישראל ביחס לעולם מניח את הדעת, לא די בכך כדי שיתגבש בארץ **מעצמו** אקו-סיסטם בתחום הבינה המלאכותית, שיהיה בר קיימא ויאפשר לישראל לקצור את הפירות הביטחוניים, הכלכליים והמדיניים הנדרשים.

לצורך כך נדרשת אסטרטגיה לאומית והשקעה תוספתית לפיתוח המסה הקריטית בתשתיות פיסיות, הון אנושי, הנגשת דאטה, ומו"פ בתחום הטכנולוגיות הנבונות. בנוסף, יש להבטיח תנאים מאפשרים כהגנת סייבר ומסגרת אתית ורגולטורית נאותה, כמו גם בניית עוצמות בכל המגזרים ותמריצים לשיתופי פעולה ביניהם שיבססו את האקו-סיסטם המיוחל. כל אלו יאפשרו לצמצם את הפער מהשחקנים המובילים ולרכוש יתרון יחסי בעולמות הטכנולוגיה וההייטק, באופן שיבטיח את מקומנו במרוץ העולמי, שהינו קריטי לכלכלה, לחברה ולביטחון הלאומי של ישראל.

בגיבוש האסטרטגיה הנדרשת, אנו נמצאים, מבחינה פורמאלית, בכיגור מסוים אחרי רוב מדינות העולם. מסמכי אסטרטגיה רשמיים לבינה מלאכותית (כולל הקצאת תקציבים ממשלתיים) פורסמו כבר לא רק ע"י המעצמות הגדולות (כמו ארה"ב, רוסיה וסין), או מדינות "בינוניות" (כמו בריטניה, צרפת ואחרות) אלא גם ע"י מדינות קטנות (כמו פינלנד, סינגפור ועוד). עם זאת, כאמור לעיל, בהתבסס על ניסיון דומה ומוצלח בעשור האחרון בתחום הסייבר, אנו סבורים כי "יתרון הקוטן" משחק לטובתנו ומקנה יכולת לרכז את כל העוסקים בתחום במיזם אחד ולגבש תכנית קוהרנטית שבה כל גורם תורם את חלקו במתואם עם הגורמים האחרים. בהכללה נוכל לומר כי התחלנו במרוץ אחרי חלק מהשחקנים, אך התנאים בישראל מאפשרים לרוץ מהר יותר.

VI. המלצות להחלטת ממשלה

1. עדיפות לאומית

קביעה כי נושא המערכות הניבנות והבינה המלאכותית מהווים תשתית קריטית לעתיד המדינה וכתחום בעדיפות לאומית.

היגיון מכוון: מדובר על נושא, שמעבר לחיוניותו לביטחון הלאומי ולכלכלה הישראלית, יש לו פוטנציאל מוכח לחולל מהפכה בכל תחומי החיים במדינה ולהביא לגידול עצום ברווחת אזרחיה. ייחודו של תחום הבינה המלאכותית בהיותו **"תשתית של תשתיות"**. הובלה בתחום זה היא תנאי ובסיס להובלה בכל תחום טכנולוגי בעתיד, ולשימור מגזר ההייטק הישראלי. מדינת ישראל, שבה הביטחון והכלכלה מבוססים על יתרון טכנולוגי-מדעי, חייבת לבסס את עצמה כמובילה בתחום הבינה המלאכותית. תפקיד המדינה בהקשר זה אינו רק לפתור "כשל שוק" אלא לייצר תשתית מדינתית שתאפשר ותעודד את השגת יעד המובילות בתחום, וזאת בהסתכלות לאומית אינטגרטיבית של כלל המגזרים.

במקביל לבניית התשתית המדינתית בתוך ישראל, יש לקדם את תחום הבינה המלאכותית בארץ גם באמצעות פיתוח קשרי חוץ וכינון שיתופי פעולה בינ"ל שיסייעו לישראל לבסס מובילות עולמית בתחום. פיתוח יצירתי של קשרי חוץ מוכוונים בינה מלאכותית בשלל הקשרים כאקדמיה, מסחר, ואפילו סיוע חוץ, יוכל לסייע לישראל להאיץ את ההתקדמות המדעית-טכנולוגית בתחום, לייצר הזדמנויות ורווחים כלכליים למשק הישראלי, ולמתג את עצמה כמובילה עולמית בתחום באופן שיקנה גם יתרונות מדיניים בהקשרים אחרים.

2. תוכנית לאומית

הקמה של תכנית לאומית ליצירת אקו-סיסטם שלם ובר קיימא למערכות ניבנות בטוחות.

היגיון מכוון: על-מנת להצליח ולבנות הובלה ישראלית ברמה גלובלית בתחום לאורך זמן, ולאור חדשנותו, מורכבותו והתחרות העולמית העזה הקיימת בו, יש לאמץ אסטרטגיה לאומית כוללת ליצירת אקו-סיסטם בר-קיימא בתחום המערכות הניבנות. זאת במטרה לרתום את כלל מגזרי המשק – הממשלתי, הביטחוני, התעשייתי והאקדמי, למאמץ לאומי, ולא להסתפק במאמצים מבזורים מקומיים בלבד. בכך גם יבוא לידי ביטוי יתרון הקוטן הישראלי, שמאפשר התארגנות בין-מגזרית מהירה יותר מאשר במדינות אחרות. ראוי לציין כי בעבר, מדינת ישראל כבר הצליחה לחולל מהפכות ולגבש אקו-סיסטם שלם סביב תחומים שהגדירה כעדיפות לאומית כגון סייבר וייצוא ביטחוני.

מרכיבי התכנית:

התכנית בנויה משלושה צירים המשתלבים זה בזה. הציר הראשון מתמקד בתשתיות הבסיסיות החיוניות לפיתוח תחום המערכות הניבנות בישראל, והן: תשתיות מחשוב, הון אנושי, דאטה ומחקר בתחומים הרלוונטיים. הציר השני מתמקד בתנאים שיאפשרו פעילות מיטבית על גבי התשתיות הללו, והם הגנת סייבר למערכות הניבנות ויצירת סביבה אתית ורגולטיבית נאותה שאינה בולמת את החדשנות ואת ההתפתחות הטכנולוגית שעודה בראשיתה. הציר השלישי מוקדש לבניית עוצמות לאומיות ע"י כריכת כל המגזרים, תעשייה, אקדמיה, ביטחון וממשלה, לכדי אקו-סיסטם שלם ובר קיימא. במסגרת זו, התכנית מצביעה על הצעדים שיש לנקוט בכל מגזר כדי לקדם אותו באמצעות הטמעת מערכות ניבנות בתוכו, וכדי לחזק את ממשקו עם השאר, לרבות הצעת פרויקטים לאומיים בתחומי בריאות, תחבורה, ביטחון וחקלאות. התועלת הצפויה מפרויקטים אלה כפולה, שכן מעצם השקתם במטרה לספק מענה לצורך לאומי בתחומם, הם יהוו זרז להתגבשות אקו-סיסטם שלם סביבם שיוביל לפיתוח טכנולוגיות חדשות, גידול כוח אדם מקצועי ושיתוף פעולה בין-מגזרי. פירוט התכנית הלאומית המלאה מובא להלן בחלק VII, עמ' 25.



3. תקצוב התכנית

כדי לממש את התכנית המוצעת על ממשלת ישראל לתקצב 10 מיליארד ₪ ע"פ השנים 2021 ועד 2025 (5 שנים) באופן הבא:

א. בכל שנה להפנות כ-1 מיליארד ₪ מתוך תקציב המו"פ הממשלתי האזרחי הקיים (שהוא כ-10 מיליארד ₪ בשנה) לטובת המאמץ הלאומי החדש בתחום המערכות הניבנות. תקציב זה ינוהל ע"י הגופים המקצים כיום את תקציבי המו"פ האזרחי (ות"ת, רשות החדשנות, משרד המדע) באופן יחסי לחלקם, ולאחר הסכמה ותיאום מנהלת מערכות ניבנות, שתקום במשרד רה"מ (ראו הסעיף הבא).

ב. תוספת של 1 מיליארד ₪ בשנה, שינוהלו ע"י המנהלת החדשה למערכות ניבנות.

היגיון מכוון: תקציב המו"פ הממשלתי האזרחי בישראל בסך של כ-10 מיליארד ₪ מהווה כ-14% מסך ההוצאה הלאומית למו"פ בישראל, שהיא כ-60 מיליארד ₪ (יש לציין, שהתקציב הממשלתי במונחים ריאליים דומה מאוד לתקציב המו"פ הממשלתי האזרחי בתחילת שנות ה-90, כלומר ממשלת ישראל לא הגדילה אותו לאורך שני העשורים האחרונים, אך אז הוא היווה כ-80% מסך ההוצאה למו"פ. במהלך שני העשורים האחרונים גדל מימון המו"פ ע"י המגזר העסקי ולכן אותו תקציב ממשלתי מהווה כיום כ-14% בלבד מסך ההוצאה כולה).

על-מנת ליצור מהפכה של ממש בהיי-טק הישראלי, ובמיוחד במגזרים השונים במשק, יש להטות כ-20% מתקציבי הממשלה למו"פ אזרחי לתחום החדש. אנחנו מאמינים שהטיית 10% מהקיים ותוספת של כ-10% חדשים הם מינונים נכונים ליצירת התשתיות החיוניות בכלל המשק, שימנפו את תקציבי המגזר העסקי עוד יותר בהכוונה לתחום המערכות הניבנות, באופן שיביא לשינוי מהפכני במציאות.

התקציבים הממשלתיים יתמקדו בכלל התשתיות שעל המדינה להקים כדי שהמגזר העסקי ישקיע יותר ויותר בתחום, ובעיקרון, כפי שמוצג בתכנית – תשתיות פיזיות, תשתיות הון אנושי, מחקר ואקדמיה, ופרויקטים לאומיים בנוי עצמה ואקו-סיסטם.

4. ניהול התוכנית

הקמת מנהלת לאומית למערכות נבונות במשרד רה"מ

היגיון מכונן: על-מנת להקים ולממש תכנית לאומית בקנה מידה המיועד לשנות את הכלכלה והביטחון במדינה ולהוות את התשתית הקריטית לעתיד המדינה, חייבים להקים מנהלת ייעודית במשרד רה"מ שתעבוד עם ודרך הגופים הממשלתיים ולמול המשק כולו כדי להוביל את האקו-סיסטם במהפכה הצפויה.

תפקידי המנהלת:

א. מימוש החלטת הממשלה והובלתה של התכנית הלאומית למערכות נבונות על בסיס המלצות המיזם.

ב. ניהול התקציב הנוסף לתכנית (מעבר לאיגום משאבים קיימים).

ג. המלצות לממשלה על מדיניות מתכללת בנושא.

ד. הקמה, הובלה ותכלול הקשרים הבינלאומיים של ישראל בתחום המערכת הנבונות והבינה המלאכותית.

ה. כל תפקיד אחר שיוטל עליה לקידום הנושא כאמור.

איוש: המנהלת תהא גוף מקצועי, ולכן, על החלק הארי של אנשיה להגיע מעולמות הטכנו-אסטרטגיים של בינה מלאכותית. יש לבנות סולם שכר ייעודי לאנשיה, כך שניתן יהיה להביא את הטובים והמתאימים ביותר במדינה.

חשיבות: יציון, שצוות המשנה למגזר הממשלתי, שהיה מורכב מנציגי הממשלה, היה סבור ברובו שאין צורך בהתארגנות מיוחדת אלא מספיק להישען על הגופים הקיימים לצורך יישום ההמלצות, ומיעוטו סבר כי נדרשת התארגנות מיוחדת לתחום המערכות הנבונות, אך יש להקימה בתוך הגופים הקיימים.

לאחר ששקלנו ובדקנו היטב המלצה זו, ולאחר שנועצנו ברבים המכירים ומבינים את עבודת הממשלה היטב, ובהישען על ניסיוננו הרב בנושא, אנו דוחים עמדה זו. להבנתנו היא נובעת מהערכת חסר משמעותי של עומק המהפכה של טכנולוגיות הבינה המלאכותית והשפעתן על כלל העם והמדינה, ומחשש טבעי של פקידות ממשלתית מהקמת מנהלת ונושא ייעודיים חדשים.

להבנתנו, המשימה הלאומית של הפיכת ישראל למובילה עולמית בתחום המערכות הנבונות, חורגת מייעודם של הגופים הקיימים, שממילא נעדרים את הכלים ואנשי המקצוע הדרושים למשימה. בהתאם, אנו מסיקים כי מעבר לפגיעה במשימה הלאומית החשובה, עצם פיזורה בין הגופים הקיימים עלול לפגוע בתפקידם הייעודי כפי שמוגדר כיום.

מנהלת לאומית מקצועית במשרד רה"מ היא קריטית להצלחת המשימה הלאומית לבניית אקו-סיסטם שלם, הרמוני ויעיל
²⁰. **פיזור המאמצים והמשאבים בתחום ללא ראייה מערכתית מתכללת של מנהלת לאומית, יהיה לא יעיל, יחטיא את המטרה ויטכל את התגבשות האקו-סיסטם הנדרש. לפיכך, אם יוחלט שלא להקים מנהלת ייעודית במשרד רה"מ, יש לשקול בכובד ראש כל השקעה נוספת בתחום, שכן זו עלולה להיות השקעה לשווא.**

5. וועדה מייעצת

הקמת וועדה חוץ ממשלתית מייעצת לרה"מ בעלת 5 חברים

היגיון מכונן: מימוש ההמלצות יהווה אתגר של ממש בממשלה ובמדינה. קשיים אובייקטיביים של הגדרת המטרות ואופן מימושו, קצב שינוי עולמי שלממשלה קשה להדביקו, התנגדויות גורמי ממשלה מאינטרסים כאלו ואחרים, שכבר קיימות עוד בהתהוות המיזם – כל אלו מחייבים לצד הקמת מנהלת מערכות נבונות חזקה במשרד רה"מ, גם וועדה חיצונית מייעצת לרה"מ, שתוכל לעקוב חיצונית אחר הצלחת מימוש המיזם, לעמוד על הבעיות ככל שיהיו ולהתריע בפני רה"מ על עיכובים משמעותיים.

VII. פירוט התכנית הלאומית

1. תשתיות

א. תשתיות מחשוב

תקציר: תשתיות פיסיות בכלל וכוח מחשוב בפרט, הם תנאים הכרחיים למחקר ופיתוח, כמו גם לגידול ההון האנושי הנדרש בכל תחומי המערכות הנבונות. התרחבות השימוש בבינה מלאכותית תלווה בשנים הקרובות בצורך גובר במשאבי חישוב, אחסון, תקשורת ומקורות אנרגיה. בעוד שחלק מצרכי המחשוב לבינה מלאכותית ברמה הלאומית יכול להירכש כשירות בשוק העולמי, חלק חייב להימצא בישראל, לצורך עצמאות, שרידות וזמינות בחירום וכדי לאפשר את פיתוח תשתית הידע האנושי והטכנולוגי בתחום.

אנו ממליצים להקים ענן ישראלי מקומי וכן מרכז חישוב על (HPC) בישראל, שיכלול הן מחשב בעל יכולות על והן מעבדה שבאמצעותה ניתן יהיה להכשיר חוקרים ומפתחים ולשמר מסה קריטית של ידע בתחום HPC. בנוסף יש לפתח ממשקים למחשוב קוונטי. הענן ומרכז חישוב העל יהיו משותפים שניהם לגופי הממשלה האזרחיים ולמערכת הביטחון, תוך הפרדת התשתית האזרחית מהביטחונית בכל אחד מהם, לצורכי מידור.

תשתיות פיסיות בכלל וכוח מחשוב בפרט, הם תנאים הכרחיים למחקר ופיתוח, כמו גם לגידול ההון האנושי הנדרש בכל תחומי המערכות הנבונות. טכנולוגיות נבונות דורשות כוח חישוב רב, רכיבי זיכרון לטיפול בנפחי מידע אדירים, קישוריות מהירה, ועוד. התרחבות השימוש בבינה מלאכותית תלווה בשנים הקרובות בצורך גובר במשאבי חישוב, אחסון, תקשורת ומקורות אנרגיה. בעוד שחלק מצרכי המחשוב לבינה מלאכותית ברמה הלאומית יכול להירכש כשירות בשוק העולמי, **חלק חייב להימצא בישראל, לתפקד גם בעת חירום, לשרוד ולהישאר נגיש** (לרבות מבחינת תקשורת ואספקת חשמל). האסטרטגיה הלאומית נדרשת לטיפול הוליסטי בתשתיות המחשוב, האחסון, התקשורת, והאנרגיה, וזאת בנוסף לטיפול בנושא מידע (סוגי הנתונים והנגישות שלהם, הן לצורכי מחקר והן לצורך פעולה שוטפת). המלצותינו הן כדלקמן:

1) יש להקים ענן ישראלי מקומי שיהיה משותף לגופי הממשלה האזרחיים ולמערכת הביטחון, תוך הפרדת החלק האזרחי מהביטחוני (לצורך מידור של פעילות בעלת סיווג בטחוני גבוה). בעוד שיתכן כי הממשלה לא תוכל להקים ענן באופן עצמאי בשלב הראשון, שיתוף עם הצבא ומערכות הביטחון (כלומר, פרויקט לאומי עם מנהלת מבצעת של הצבא) עשוי להשתלם לחברות בין-לאומיות כגון: אמזון, מיקרוסופט, גוגל או חברות אחרות המספקות שירותי ענן ציבורי, ולחזק את נכונותן להקים ענן ציבורי פרטי. הענן הממשלתי יספק שירותים גם לגופי מחקר ופיתוח שאינם גופים ממשלתיים, אך משתתפים במענקי מערכות המחקר הישראליות (ות"ת, מפא"ת, רשות החדשנות, משרד המדע וכיוצא בזה). גורמים המקבלים מענקים מהגופים הללו, יוכלו להיעזר בנגישות למידע וכן בתשתיות החישוביות.

2) יש להקים מרכז חישוב על (HPC) שיכלול הן מחשב בעל יכולות על והן מעבדה שבאמצעותה ניתן יהיה להכשיר חוקרים ומפתחים ולשמר מסה קריטית של ידע בתחום HPC. המעבדה תשמש ישויות שיקבלו אישור לגשת לתשתית הממשלתית, רשויות מחקר וגורמים המקבלים מענקים מהממשלה. גם במימוש מרכז זה נדרשות שתי תשתיות נפרדות, אחת לצרכים אזרחיים והשנייה לצבאיים, כאשר התשתית הצבאית תהנה מהקרבה של התשתית האזרחית לטכנולוגיות מסחריות.

מחשב-העל האזרחי ישרת מספר צרכים: (1) יספק מענה לצרכי החישוב של התעשייה והאקדמיה; (2) יכשיר משתמשים מהאקדמיה, מהממשל ומהתעשייה; (3) יחדש בארץ את העיסוק בתעשייה הסובבת את המחשב. קיימת בארץ התפתחות בתחום המוליכים למחצה, וגם בתחום האלגוריתמים והמיצוי של נתונים, אך היכולת המערכתית הכוללת נעדרת, ועל -כן הושמעה כבר ביקורת על-כך שישראל מייצאת בינה מלאכותית המשמשת מדינות אחרות אך איננה מיישמת פתרונות מקומיים.

3) יש לפתח ממשקים למחשוב קוונטי. טכנולוגיית קוונטים הינה תחום אשר קיימת הסכמה עולמית שהוא צפוי להיות בעל השפעה מכרעת על המדע, הכלכלה, והביטחון בשנים הבאות. כאמור לעיל, צוות המחשוב הקוונטי היה משותף גם למיזם וגם לפורום תל"מ²¹. הצוות סיים את עבודתו והמלצותיו אושרו ע"י פורום תל"מ עוד לפני פרסום הדוח שלנו. יודגש כאן כי המלצות אלו מקובלות עלינו כלשונן. משום כך, התייחסנו בדוח זה רק לתוספות המשלימות הנדרשות מעבר להמלצות שאושרו בתל"מ²².

^[1] 21 ראה הערה 6 בעמוד 14 לעיל

^[2] 22 ראו הסבר והרחבות בדוח המלא "המלצות ועדת הבדיקה - מדע וטכנולוגיות קוונטים – תל"מ", ובפרק "דוח צוות המשנה כח מחשוב קוונטים" בהמשך הדוח (חלק ב – דוחות הצוותים).

^[1] 20 המודל שאנו ממליצים עליו דומה במידה רבה לזה הנהוג בסינגפור

^[2] 24 | המיזם הלאומי למערכות נבונות בטוחות - חלק א' תמצית והמלצות

ב. תשתיות הון אנושי

תקציר: מדינת ישראל תגדיר כמטרת על להנגיש את שפת הדאטה באופן נרחב לאזרחיה, ע"י יצירת רצף בלימוד שפת הדאטה כמקצוע ליבה מבית הספר היסודי, דרך התיכון, האוניברסיטה וכלה במשק. שילובן של טכנולוגיות נבונות מבוססות דאטה בכל תחומי החיים הופכת את הדאטה למשאב מפתח ואת אוריינות הדאטה (היכולת להבין דאטה ולהשתמש בו למטרות שונות) למיומנות חיונית, שתידרש בתוך כעשור בכל תחום ומגזר, כתנאי להשתתפות בכלכלה ובחברה המודרנית, וליצירת ביקוש לפיתוח טכנולוגיות נבונות נוספות להנעת וחיזוק האקו-סיסטם כולו במעגל משוב חיובי. במקביל, יקודמו ויפותחו הכשרות מתקדמות ותארים ייעודיים לתחומי הבינה המלאכותית. אלו תנאים הכרחיים אך לא מספיקים, שכן מתחייבת רפורמה באקדמיה, שתבטיח כי מרצים בתחומים הקשורים לבינה מלאכותית יורשו לעבוד גם בתעשייה והיקף חובותיהם האקדמיים והפדגוגיים יקטן בהתאם. הובלה טכנולוגית תלויה בהתגבשות של בסיסי מצוינות באקדמיה בהובלת חוקרים ופרופסורים מובילים, אך מודל ההעסקה הנוכחי והמיושן לסגל אקדמי, מביא לתוצאה הפוכה בהחריפו את מצוקת כוח האדם האקדמי בתחום הבינה המלאכותית באופן שפוגע במחקר ובתהליך הכשרת כוח אדם אקדמי חדש שיכשיר את הדורות הבאים. ללא שינוי המודל, ישראל מסתכנת בבריחת מוחות, בהתדרדרות האקדמיה ובאיבוד מגזרי החדשנות והייטק שמהווים יתרון יחסי מרכזי למדינה.

שילובן של טכנולוגיות נבונות מבוססות דאטה בכל תחומי החיים הופכת את הדאטה למשאב מפתח ואת אוריינות הדאטה (יכולת להבין דאטה ולהשתמש בו למטרות שונות) למיומנות חיונית, שתידרש בתוך כעשור בכל תחום ומגזר. החל משיפור יעילות התפעול של עסקים קטנים, דרך תעשיות גדולות וכלה ביצירה והתייעלות של שירותים ממשלתיים חדשים, צפויות השפעות ישירות ודרמטיות על הכלכלה, הרווחה והביטחון. הבנת שפת הדאטה חיונית לא רק כדי לפתח יכולות וטכנולוגיות מתקדמות, אלא גם כדי להשתמש בהן.

היות שהטכנולוגיות הללו משולבות בכל תחום, אוריינות דאטה היא תנאי להשתתפות בכלכלה ובחברה המודרנית. מעבר לשיפור המידי, האוריינות יוצרת גם ביקוש לפיתוח טכנולוגיות נבונות נוספות ולכוח-אדם טכנולוגי מיומן,

ובסופו של דבר להנעת וחיזוק האקו-סיסטם כולו במעגל משוב חיובי. לכן, אנו ממליצים כי מדינת ישראל תגדיר כמטרת על להנגיש את שפת הדאטה באופן נרחב לאזרחיה על מנת לאפשר להם להשתלב בשוק העבודה וליהנות משירותים ציבוריים משופרים ובה בעת להבטיח את פוטנציאל ההון האנושי-טכנולוגי החיוני לביסוס המובילות הישראלית בעידן הטכנולוגיות הנבונות. לשם כך יש לנקוט את הצעדים הבאים:

1. **הקניית אוריינות דאטה ע"י יצירת רצף בלימוד שפת הדאטה מבית הספר היסודי, דרך התיכון, האוניברסיטה וכלה במשק.** ניכרת מגמה בעולם, (כמו למשל מדינות כפיילנד וסינגפור), לייצר מסגרות לפיתוח אוריינות בבינה מלאכותית ואף הכשרה, שהינן ייעודיות לאוכלוסיות שונות במדינה – תלמידים, סטודנטים, עובדי במגזר עסקי, ואף פנסיונרים. יש לבנות תכניות הכשרה לכלל האוכלוסייה בישראל לפי החלוקה הבאה:



ככל שמתפתחות הטכנולוגיות המאפשרות שימוש ברוטינות קוונטיות במסגרת חישוב-העל הקונבנציונאלי, יש צורך בתשתיות ליצירת ממשקים בין חישוב-העל והחישוב הקוונטי, כדי למצות יכולות בחישה קוונטית, תקשורת מאובטחת, וחישוב קוונטי.

הקמת התשתיות שצוינו לעיל בשטחה של מדינת ישראל מביאה עמה יתרונות משמעותיים:

• **כיתוח תשתית ידע אנושי וטכנולוגי** בתחום יאפשר הכשרה של כוח אדם מפתח ומתפעל. בנוסף, ייוצר תחום מחקר נוסף בו תהיה לישראל אפשרות לחדש ולהוביל כיוונים בעולם.

• **זמינות בחירום** - תשתית מחשוב שממוקמת בארץ פיזית זמינה גם בעתות חירום וניתנת להסבה לצרכים ביטחוניים במידת הצורך²³.

• **גמישות ועצמאות** – תשתית בארץ תאפשר גמישות בהגדרת סדרי העדיפויות במחקר וזמינות יכולת החישוב ללא תלות בגורם זר. חלק מהחישובים צריכים להיערך על נתונים שחיוני שיישאו בגבולות המדינה, ועל-כן הם צריכים להיעשות בארץ. כל רישום או חישוב שנעשה מחוץ לגבולות המדינה עלול לחשוף את הנתונים הישראליים לשימוש גורמים עוינים. מלבד זאת, חוקרים מזוהים עם מערכת הביטחון הישראלית עלולים למצוא את עצמם מתקשים לקבל זמן במרכזי חישוב-על עולמיים, או לחילופין להיפגע מהטלת חרם (כדוגמת ה-BDS) או אמברגו, הגבלת האפליקציות או השימוש במשאבי הענן על-ידי המדינות המארחות. בנוסף, קיים חשש שספק הענן יהפוך את המידע לבן ערובה כדי להגדיל את עלות השימוש או לכבול את ישראל אליו.

במחקר של Tortoies²⁴, שהתפרסם בדצמבר 2019, ועוסק בהשוואה בין 54 מדינות והיכולות שלהן בתחום הבינה המלאכותית, מוקמה מדינת ישראל במקום ה-12 מתוך 54 המדינות המשתתפות. המחקר בוחן 7 פרמטרים המשויכים לקטגוריות הבאות: יישום (Implementation), חדשנות (Innovation), והשקעה (Investment).

להערכתנו יש למדינת ישראל פוטנציאל להעלות את הפרופיל שלה בתחום הבינה המלאכותית אם יטופלו שלושה נושאים מרכזיים:

• **תשתית (Infrastructure)** – מקום 36 מתוך 54.

• **סביבת עבודה (Operating Environment)** – מקום 50 מתוך 54.

• **ואסטרטגיות ממשלתיות (Government Strategy)** – מקום 46 מתוך 54.

על-מנת למצב את מדינת ישראל בין עשרת המדינות המובילות בתחום הבינה המלאכותית, עליה לטפל בהקדם בנקודות חולשה אלו. מדובר בשינויים שניתן לעשות אותם בפרק זמן קצר יחסית, בעוד שינויים בתחומים אחרים דורשים השקעה לטווח ארוך יותר. מדובר בשינויים הכרחיים ומהותיים, וכדי לשמר אותם, נדרשת השקעה שנתית מתחדשת ומותאמת. מדינת ישראל לא יכולה להרשות לעצמה להתעלם מנקודות הכשל החמורות הנ"ל, ועליה לפעול בהקדם לתיקון.

23 בדומה למודל האמריקאי – Mass open, בו חיל האוויר האמריקאי מימן חלק נכבד מעלויות ההקמה, תמורה לכך שבחירום הוא יוכל לקחת אליו את המשאבים. https://members.tortoisemedia.com/2019/12/03/global-ai-index/content.html?sig=zrv_2APk-pArLwol2dhta6CnXR-Z3S3cs-8udIU7ZiY 24

א) כלל האוכלוסייה:

1) **בינה מלאכותית כמקצוע ליבה חדש במערכת החינוך – מהיסודי ועד התיכון:** יש לשלב את עקרונות הבסיס במדעי הנתונים ולמידת מכונה כתוכן ליבה לצד עברית, מתמטיקה ואנגלית מבית הספר היסודי, **ולהגדיר רמה בסיסית לבגרות חובה, עם אופציה לבגרות מוגברת**²⁵ נפרדת או כחלק ממדעי המחשב. על תכנית הלימודים להתייחס בהרחבה לסוגיות האתיות הייחודיות שמעלה התחום. בהקשר זה, יש לתת את הדעת על בעיית יסוד ביכולת אימוץ המלצה זו והיא מחסור של ממש במורים למקצוע זה, שעדיין אינו קיים. בעיה זו אינה חדשה בתחומים טכנולוגיים חדשים, והיא הופיעה גם בתחום הסייבר, שנכנס לתוך תכניות הלימודים. על מערכת החינוך יהיה להשקיע בשיטות לימוד חדשניות בשימוש בממד הוירטואלי וכן לבצע הכשרות מורים נרחבות בסיוע התעשייה כתנאי מקדים לאימוץ המלצה זו.

2) **הכשרות במשק לדור המדבר: יש לחנך ולהכשיר את כלל המשק, מהממשלה ועד אחרון האזרחים, לצרוך יישומים ושירותים של בינה מלאכותית.** יש להפנים שבינה מלאכותית היא מעין "חשמל חדש" – נוגעת לכל תחומי החיים ולכן עליה להיות בשימוש יומיומי ע"י כלל הציבור²⁶. אנו ממליצים כי ישראל תפתח תכנית מקבילה לתכנית הפינית לעידוד Lifelong learning reform בתחום הבינה המלאכותית, הן לבוגרי מערכת החינוך שבה יוטמעו תכני בינה מלאכותית והן לדור המדבר שמהווה את הרוב במשק כיום²⁷.

ב) כלל הלומדים במוסדות ההשכלה הגבוהה:

- במבחן הפסיכומטרי** ישולב פרק שיבחן ידע בסיסי, הבנה וניתוח של דאטה.
- בכל תואר** יילמדו קורס הבנת הנקרא וניתוח נתונים, וקורס שימוש בכלי בינה מלאכותית, כקורסי חובה לצד או כחלק מהקורסים הניתנים כיום בשיטות מחקר.

ג) הלומדים לתארים במקצועות הנדסה ומדעים (STEM):

- חטיבת קורסים מתקדמים** וטכנולוגיים במדעי הנתונים ולמידת מכונה תלמד בכל תארי ההנדסה והמדעים המדויקים.

ד) הכשרות ייעודיות להתמקצעות בתחומי הבינה המלאכותית:

- הצעת תארים ייעודיים** בבינה מלאכותית או מסלולי בינה מלאכותית למדעי המחשב.
- בניית חטיבה ייעודית לתארים מתקדמים** בבינה מלאכותית.
- יצירת מסגרות ייעודיות למומחים מובילים מתחומים שונים להכשרות בינה מלאכותית ומדע הנתונים**, כדוגמת בינה מלאכותית לרפואה. עד שמסגרות אלו יפתחו בארץ, נדרשת תכנית לאומית במסגרתה יישלחו במימון מלא מומחים ישראלים במקצועות שונים להכשרות רב-שנתיות בבינה מלאכותית ייעודית למקצועותיהם, באוניברסיטאות מובילות בחו"ל.

2 רפורמה במודל העסקת מרצים:

הובלה טכנולוגית תלויה בהתגבשות של בסיסי מצוינות באקדמיה בהובלת חוקרים ופרופסורים מובילים, אך מודל ההעסקה הנוכחי לסגל אקדמי, אינו מניב את התוצאה הרצויה ומסכן את עתיד החדשנות והטכנולוגיה בארץ. חוסר הרלוונטיות של המודל המיושן, שמערים קשיים יותר משהוא מתגמל, בולט במיוחד ביחס לסגל בתחומי הבינה המלאכותית, שהביקוש האדיר להם מחוץ

^[1] 25 מקצוע חדש לבגרות מוגברת – יש לאפשר אופציה לבגרות ברמת 5 יחידות ויותר בבינה מלאכותית וכן לשקול שילוב תכני בינה מלאכותית בבגרות מוגברת במדעי המחשב

^[2] 26 אסטרטגיית הבינה המלאכותית הלאומית של פינלנד ייחודית בכך שמתוך הכרה במגבלות המדינה בתחום הייצור והפיתוח של טכנולוגיות בינה מלאכותית במדינה, המטרה בפינלנד היא לייצר יתרון תחרותי באמצעות חינוך לאוריינות AI כאשר היעד הלאומי שהוצב הוא להפוך את המדינה למובילה עולמית בצרכנות ושימוש בבינה מלאכותית באופן שיקדם: (1) מגזר ציבורי יעיל (2) מגזר עסקי תחרותי (3) חברה מתפקדת היטב הנהנית מרווחה. להרחבה על האסטרטגיה הפינית ראו נספח ד'.

^[3] 27 בין ההכשרות יש לבחון:

^[4] • קורס בסיסי, מקוון וחינמי בעברית/אנגלית ללא צורך בידע מקדים או כישורי תכנות - להכרות עם רעיון הבינה המלאכותית ופוטנציאל השימושים בסגנון הקורס הפיני Elements of AI. פינלנד הייתה הראשונה להשיק כיוזמה לאומית קורס יסוד מקוון חינמי בן כ-60 שעות לימוד ותרגול בקצב אישי וללא צורך בידע קודם. בספטמבר 2020 היו לתוכנית כבר מעל 500,000 בוגרים ברחבי העולם.

^[5] • קורסי הכשרה מקוונים/היברידיים בבינה מלאכותית לבעלי רקע בתכנות (בסגנון המסלולים המוצעים בסינאפור ראו: Singapore Is Using DataCamp to Create an AI-Fluent Nation, 26 September 2019).

^[6] • עידוד לעדכון ההכשרות המקצועיות במשק לעידן AI והשינויים שייצר בשוק העבודה.

לאקדמיה, ואף מחוץ לישראל, מאיים על המשכיות המחקר בארץ, וכפועל יוצא, גם על התעשייה. בגלל המחסור החריף בכוח אדם אקדמי בתחום הבינה המלאכותית נוצרה תופעה בה חברות מסחריות "גונבות" את הסגל מהאקדמיה ובכך נפגע הן המחקר והן תהליך הכשרת כוח אדם אקדמי חדש שיכשיר את הדורות הבאים. כדי לא לכרות את הענף עליו יושבת התעשייה, חובה לשנות את המודל להעסקת פרופסורים בבינה מלאכותית באקדמיה ובתעשייה: אנו סבורים כי יש להרשות למרצים בתחומים הקשורים לבינה מלאכותית לעבוד גם בתעשייה ולהקטין את היקף חובותיהם האקדמיים והפדגוגיים בהתאם²⁸.

סוגיה נוספת הדורשת פתרון רדיקאלי נוגעת לחברות המסחור של האוניברסיטאות. גם כאן אנו ממליצים לשנות את הנוסחה ולהרשות לפרופסורים אחוז ניכר מה-IP, וגבוה בהרבה מהמקובל היום, כאשר הם מבקשים להקים או להצטרף לחברה למסחור הידע שלהם. בניגוד לקיים היום, נראה לנו שאם החוקר אינו נזקק לכספים מהאוניברסיטה לצורך הקמת החברה, יש להשאיר בידיו עד 80% מהזכויות ל-IP ו-20% לאוניברסיטה²⁹

ללא שינוי משמעותי זה, ישראל מסתכנת בבריחת מוחות, בהתדרדרות האקדמיה ובאיבוד מגזר החדשנות המהווה את היתרון היחסי העיקרי של המדינה. אם הפיילוט המוצע בתחום הבינה המלאכותית יצליח, ניתן יהיה להרחיבו לגם לתחומים נוספים בהם קיים מחסור גדול בכוח אדם מיומן.

ג. תשתיות מחקר

תקציר: יש להקים 4-6 מרכזי מחקר אקדמיים לבינה מלאכותית בתחומים שונים במטרה למנף את היתרונות היחסיים של האוניברסיטאות השונות, לקדם את המחקר ולהגדיל משמעותית את פירמידת העוסקים בתחום מהסטודנטים ועד למומחים וחוקרים מובילים. הקמת מרכזי המחקר היא חלק אינטגרלי מבניית האקו-סיסטם בטווח הארוך, שכן הם התשתית המדעית על בסיסה תפותח המובילות הטכנולוגית ויוכשר ההון האנושי למחקר ולתעשייה.

הקמת 4-6 מרכזי מחקר אקדמיים תקדם משמעותית הן את המחקר והן הכשרת ההון האנושי בארץ. מרכזי המחקר יסייעו להגדיל משמעותית את פירמידת העוסקים בתחום, מהבסיס של סטודנטים לתואר ראשון ועד לחוקרים המובילים, באופן שיכשיר הון אנושי למחקר ולתעשייה. הקמת מרכזי המחקר היא חלק אינטגרלי מבניית האקו-סיסטם בטווח הארוך, שכן הם התשתית המדעית על בסיסה תושג המובילות הטכנולוגית, ועל כן יש להקים לפי הכללים המנחים הבאים:

- כל המרכזים שיוקמו יהיו אוניברסיטאיים בשיתוף עם המכללות, יאגמו וימקדו את הנושאים שהאקדמיה נדרשת לקדם בהם מחקר פורץ דרך וארוך טווח.
- בדומה לסייבר, על מנת לייעל ולנצל את המשאבים באופן הטוב ביותר, יש לכוון את מרכזי המחקר באוניברסיטאות כדי למנף את תחומי החוזק הייחודיים לכל אחת וליצור יחד אקו-סיסטם שלם ומוביל.

^[1] 28 לדוגמה – 20% משרה באוניברסיטה ו-80% בתעשייה

^[2] 29 ראה פרוט להלן בחלק הדן בבניית עוצמות ופרוייקטי דגל תחת הכותרת "העצמת המגזר התעשייתי בתחום הבינה המלאכותית והתעשייה"

ד. תשתיות נתונים

תקציר: יש להנגיש את המידע הממשלתי-לאומי כתנאי בסיסי והכרחי לקידום כל המגזרים בישראל ולביסוס האקו-סיסטם. בשל בעיות הנגשה וחסמים בירוקרטיים בעיקר, רק חלק זעום מפוטנציאל המידע בישראל מנוצל והדבר מונע את שיפור השירותים הציבוריים, ובעיקר פוגע במחקר הבסיסי והיישומי וכן בתעשייה הישראלית. כדי למצות את הפוטנציאל הכלכלי, החברתי והביטחוני של הנתונים האגורים במשרדי הממשלה יש למצוא במהרה פתרון שיאפשר שיתוף המידע והנגשתו למשק ולחברות ישראליות. לדעתנו אפשר להשיג זאת ע"י שילוב של רגולציה וכלים טכנולוגיים, לרבות הצפנה הומומורפית³⁰. **יש להקים תשתית לאומית לניהול והנגשת המידע** בין גופים פרטיים, ביטחוניים וממשלתיים בישראל ובחו"ל. יודגש כי אין צורך בריכוז המידע במאגר אחד (כל גוף ישמור את המידע שלו ברשותו), אלא בבניית מנגנון שיאפשר גישה למאגרי המידע, לכל גורם לפי הרשאותיו.

גישות הדאטה: מקובל לומר שהמידע הוא הדלק המניע את האקו-סיסטם כולו. ישראל היא אומנם מדינה קטנה, אולם בתחום אגירת המידע הדיגיטאלי יש לה בתחומים מסוימים מידע רב. עם זאת, חלקים ניכרים מהמידע מפוזרים וקבורים (silos of data), לא מנורמלים, לא מתויגים ואף חשופים להטיות. בשל בעיות הנגשה וחסמים בירוקרטיים בעיקר, רק חלק זעום מפוטנציאל המידע בישראל מנוצל והדבר מונע את שיפור השירותים הציבוריים, ובעיקר פוגע במחקר הבסיסי והיישומי וכן בתעשייה הישראלית. לכן, **הנגשת המידע הממשלתי-לאומי מהווה תנאי בסיסי והכרחי לקידום כל המגזרים בישראל ולביסוס האקו-סיסטם של המערכות הנתונות.**

1) הנגשת דאטה לאומי: ניצול הפוטנציאל הגבוה של הנתונים האגורים במשרדי הממשלה השונים מהווה הזדמנות לאומית לשיפור תחומים רבים באמצעות בינה מלאכותית. לשם כך יש למצוא במהרה פתרון לאתגר שיתוף המידע והנגשתו למשק ולחברות ישראליות לצורך קידום הכלכלה, ע"י שילוב של רגולציה וכלים טכנולוגיים³¹.

2) הקמת תשתית לאומית לניהול והנגשת המידע בין גופים פרטיים, ביטחוניים³² וממשלתיים בישראל ובחו"ל. אין צורך בריכוז המידע במאגר אחד, כל גוף ישמור את המידע שלו ברשותו, אך יהיה מנגנון שיאפשר גישה למאגרי המידע, לכל גורם לפי הרשאותיו. חלק מהדאטה (המדינה תחליט מה) יהיה מוגש לכל האזרחים.

3) בחינת יישומי הצפנה הומומורפית תאפשר לעבד נתונים מוצפנים ממקורות שונים ללא ריכוז הנתונים או שבירת ההצפנה, כפתרון פוטנציאלי לחסמים רבים לשיתוף מידע, בפרט בתחומים בהם האתגר נובע מהצורך בהתממה, שמירה על פרטיות, סודיות וכד'. היכולת לעבד תחת הצפנה ללא צורך בשבירתה, מאפשרת לממש לראשונה שיתופי פעולה ערכיים, רווחיים ובטוחים בין גורמים בעלי מאגרי נתונים לבין משתמשים פוטנציאליים או גם ספקים של שירותי עיבוד נתונים או פלטפורמות חישוב שאינן מאובטחות ברמה מספקת. לבעלי הנתונים והמודלים כאחד תהיה יכולת לשלוט בצרכים לשמם משתמשים בקניינם. כך יתאפשר מיצוי שימוש במודלים רגישים תוך הגנה מלאה על הקניין הרוחני וכן מיצוי מידע רגיש או חסוי כשהוא מוגן מקצה לקצה לצורך שיפור מודלים או להפקת תובנות מתוך קישור מאובטח ומשמר מידור בין מגוון מאגרי מידע רגישים.

2. תנאים מאפשרים

א. סייבר ובינה מלאכותית

תקציר: בכל תחום שבו תשולבנה טכנולוגיות נבונות (כולל כתוצאה מהמלצות דוח זה), וכפועל יוצא תגדל התלות במחשבים, חיוני להבטיח שהמערכות תהיינה מאובטחות. מערך הסייבר הלאומי יתניע תכנית לעדכון והתאמת תורת הגנת סייבר בישראל לעידן המערכות הנתונות. תשתית הידע והמוניטין שישראל צברה בתחום אבטחת הסייבר מהווה יתרון ועל ישראל למנף אותה כדי למתג את עצמה כמובילה בהגנה על מערכות נבונות.

המגמה העולמית של שימוש בבינה מלאכותית מגדילה עוד יותר את התלות במחשבים של הממשלה, התעשייה, ולמעשה כל אזרח, ויוצרת נקודות תורפה חדשות להתקפות סייבר. לכן, בעידן המערכות הנתונות נדרשים שינויים בתפיסות ובעשייה בהגנת סייבר. קיים צורך לבנות תכנית הערכות כוללת לעידן זה, תוך התייחסות להשפעת השימוש בטכנולוגיות נבונות הן לשיפור יכולת ההגנה, והן כנגד מערכות ההגנה. החשיבות שמייחס המיזם לתחום הגנת הסייבר מתבטא בכותרתו "**מערכות נבונות בטוחות**". הבחנה זו מביאה לשתי מסקנות מידיות:

1) בכל תחום שבו תשולבנה טכנולוגיות נבונות (כולל כתוצאה מהמלצות דוח זה), וכפועל יוצא תגדל התלות במחשבים, **חיוני להבטיח שהמערכות תהיינה מאובטחות.**

2) **מערך הסייבר הלאומי חייב להתניע תכנית לעדכון והתאמת תורת הגנת סייבר בישראל לעידן המערכות הנתונות.** תשתית הידע והמוניטין שישראל צברה בתחום אבטחת הסייבר מהווה יתרון ועל ישראל למנף אותה כדי למתג את עצמה כמובילה בהגנה על מערכות נבונות.

ב. אתיקה ורגולציה

תקציר: יש לגבש עבור העוסקים בפיתוח מערכות נבונות וטיפול בדאטה ככלל, מסגרת אתית ורגולציה באופן המינימלי הנדרש על מנת לאפשר את החדשנות והמשך המובילות הישראלית בתחום, תוך שמירה על כללים אתיים ורגולטורים ברורים ונאותים. הניסיון בעולם מלמד שכאשר מדובר בטכנולוגיות מתפתחות, רגולציה וכללים נוקשים מדי עלולים לעקר את החדשנות בשלבי הפיתוח והצמיחה. אנו ממליצים על גישה מאוזנת שתוכל להפוך למודל לחיקוי ע"י מדינות נוספות. בתוך כך יש לאמץ את העקרונות האתיים המנחים שגובשו בתחום הבינה המלאכותית, לעודד אסדרה עצמית באמצעות שימוש בכלים שפותחו במסגרת המיזם³³ להערכת סיכונים ולזיהוי מוקדם של אתגרים אתיים עוד בשלבי הפיתוח והייצור. יש לשלב במערכות הנתונות גם מגבלות אתיות ולהגדיר ההתנהגויות אסורות, ולהטמיע את הכללים האתיים כחלק מתהליך ההכשרה והלימוד של העוסקים במערכות הבינה המלאכותית.

שימוש בדאטה רחב היקף מציב אתגרים חדשים בתחום של זכויות אדם ואזרח, הגנת הדמוקרטיה וכד'. בנוסף, המשמעות העמוקה של שימוש בבינה מלאכותית היא שמכונות יחליפו חלק מההחלטות המתקבלות כיום ע"י בני אנוש, ומשום כך תקטן היכולת של בני האדם לשלוט בהן ולחזות את תוצאות מעשיהן. **לשם כך יש להגדיר כללים ברורים למה מותר ומה אסור בתחום הפיתוח והבנייה של מערכות נבונות והטיפול בדאטה ככלל, ולגבש מסגרות אתיקה ורגולציה חדשות ומותאמות שיהפכו את ישראל למובילה בתחום.** הניסיון בעולם מלמד שכאשר מדובר בטכנולוגיות מתפתחות, רגולציה וכללים נוקשים מדי עלולים לעקר את החדשנות בשלבי הפיתוח והצמיחה³⁴. אי לכך יש לנקוט גישה מאוזנת שתוכל להפוך למודל לחיקוי ע"י מדינות נוספות, בהתאם לכללים המנחים הבאים:

³³ ראו פירוט בחלק ב', בדוח של צוות המשנה בנושא אתיקה ורגולציה.

³⁴ יש להימנע מרגולציה חונקת שתדכא את החדשנות כליל. ראו ביקורת על פגיעה דרסטית בכלכלה, בתחרויות ובחדשנות באיחוד האירופי בעקבות החלת תקנות GDPR: <https://www.datainnovation.org/2019/06/what-the-evidence-shows-about-the-impact-of-the-gdpr-after-one-year>

³⁰ **הצפנה הומומורפית** מאפשרת לבצע חיפוש במאגר מידע נתון, וחיתוך האינפורמציה עם מידע במאגר שני, וזאת כאשר **המידע אגור בצורה מוצפנת, וללא צורך בשבירת ההצפנה.**

³¹ דוגמה נוספת לפתרון טכנולוגי שיכול לצמצם את בעיית הנגישות, בנוסף להצפנה הומומורפית שהוזכרה לעיל, היא "מכונת AI לאומית לאפליקציות". על מנת לעקוף חסמים הנוגעים הנגשת מידע כתוצאה מבירוקרטיה, פרטיות וכו', ניתן לבנות מעין מכונה נגרית אשר כל גורם יוכל להזין לה, באמצעות טופס נגרי, בקשה לפלט של שאילתות/אפליקציות על מאגרים שונים. למכונה לא תהיה גישה ישירה למידע במאגרים עצמם, שיישארו בבעלות הגוף המקורי לו הם שייכים, אך היא תוכל ליצור ולהריץ (בחנים או בתשלום) את האלגוריתם הנדרש לצורך יצירת הפלט המבוקש. פרויקט כזה יוכל גם להיות פרויקט לאומי (ראה בהמשך).

³² יש לבחון עם המערכות הביטחוניות את האופציה לשיתוף מידע בטחוני "מעוקר" כחלק ממאמץ הנגשת המידע הלאומי.

1) **יש לאמץ את העקרונות האתיים המנחים**³⁵ **בתחום הבינה המלאכותית:** הוגנות, אחריותיות (accountability), כיבוד זכויות אדם והגנה עליהן, הגנת סייבר ואבטחת מידע, בטיחות, קיום שוק תחרותי.

2) **יש לנקוט גישת אסדרה המקדמת התערבות מאוזנת** – האסדרה יכולה להתבצע בכלים מגוונים החל מנורמות אתיות וכלה בחקיקה, ויש להתאים בכל מקרה את הכלי לרמת הסיכון הנשקפת מהשימוש בבינה מלאכותית. ככלל, **מומלץ לקבוע רגולציה רק באופן המינימלי הנדרש**, על מנת לאפשר את החדשנות ואת המשך המובילות של ישראל בתחום, תוך שמירה על כללים אתיים ורגולטורים ברורים ונאותים.

3) **כדי לעודד אסדרה עצמית, יש לעודד שימוש בכלים להערכת סיכונים וזיהוי מוקדם של אתגרים אתיים עוד בשלבי הפיתוח והייצור**, כגון הכלי הדו-שלבי שגיבש הצוות שעסק בנושא. הכלי מאפשר לזהות על פני ציר הזמן והפיתוח של המערכת מקומות המועדים לכשל וכן להעריך את מידת ההשפעה והסיכון הנובעים מכך.

4) **יש לפתח את היכולת להטמעת כללים אתיים באלגוריתמים של המערכות הלומדות, או כחלק מתהליך האימון של מערכות הבינה המלאכותית.** ללא תלות בפונקציית המטרה וההתנהגות הרצויה מצד המכונה, יש לשלב במערכות הנבונות גם מגבלות אתיות ולהגדיר ההתנהגויות אסורות.

5) **על ישראל להשתלב בכורומים הבינ"ל הרלוונטיים ולהשפיע על הנורמות המתגבשות בהם, כך שישרתו את האינטרסים שלה.**

6) **יש ללמד ולהטמיע את הכללים האתיים כחלק מתהליך ההכשרה והלימוד של העוסקים במערכות הבינה המלאכותית.**

3. בניית עוצמות ופרוייקטי דגל

א. העצמת המגזר התעשייתי וחיזוק קשרי האקדמיה והתעשייה

תקציר: אנו ממליצים לייעל את תהליכי ההתקשרות בין האקדמיה והתעשייה בתחומים הקשורים לבינה מלאכותית, ע"י "מסלול ירוק – עוקף חברות מסחור" להקלת ההתקשרות עם האוניברסיטה ולהקלת המסחור דרכה. באופן זה ניתן יהיה לקדם מחקר בסיסי, מחקר יישומי ושיתופי מו"פ והון אנושי בין האקדמיה לתעשייה, תוך התגברות על החסמים הנובעים מהמבנה הנוכחי של חברות המסחור. בנוסף, יש להגדיל את תקציבי המו"פ של רשות החדשנות לצרכים ייעודיים לפיתוח וקידום תוכניות מיוחדות בתחום המערכות הנבונות.

על מנת לקדם מחקר בסיסי, מחקר יישומי ושיתופי מו"פ והון אנושי בין האקדמיה לתעשייה יש לנקוט את הצעדים הבאים:

1) הקלת מסחור דרך האוניברסיטאות: על מנת לייעל את תהליכי ההתקשרות בין האקדמיה והתעשייה, באופן שיעמיק וירחיב את היקפי שיתוף הפעולה בין המגזרים, יוצע למפתחי יישומים מבוססי בינה מלאכותית "מסלול ירוק – עוקף חברות מסחור": חוקר שיוותר על סיוע מהאוניברסיטה יוכל להחזיק ב-80% מהזכויות והתמלוגים, בעוד 20% יועברו לאוניברסיטה (5% יוחזרו למחלקה ממנו הוא בא ו-15% לאוניברסיטה עצמה). באופן זה ניתן יהיה להתגבר על החסמים הנובעים מהמבנה הנוכחי של חברות המסחור.

2) הקלת התקשרות עם אוניברסיטאות – למרות שבזמן האחרון נעשתה פעילות מבורכת בתחום, אנו סבורים כי על מנת לייצר זרז שיקדם משמעותית את העברת הטכנולוגיות מהאקדמיה לתעשייה, יש לקבוע כלל גורף לחמש השנים הקרובות, לפיו מרגע שיש הסכמה על תנאי התקשרות בין גורם בתעשייה לאוניברסיטה, התנאים המוסכמים להתקשרות הם בלבד שיחייבו את שני הצדדים, גם אם אינם עומדים בתקנות האוניברסיטה או חברת המסחור, ובלבד שתנאי ההסכם אינם עומדים בניגוד לחוק כלשהו. כלומר, מלבד הלימה עם החוק הישראלי, ההתקשרויות תהיה פטורות לתקופה בת 5 שנים מעמידה בכל תקנה מצד האוניברסיטאות או חברות המסחור שלהן (מלבד חלוקת התמלוגים שפורטה לעיל).

3) **הגדלת תקציבי המו"פ של רשות החדשנות לצרכים ייעודיים לפיתוח וקידום תחום המערכות הנבונות.**

ב. המגזר הממשלתי

תקציר: כדי לחסוך זמן, עלויות, בירוקרטיה ומשאבים, יש להטמיע טכנולוגיות נבונות במשרדי הממשלה. זאת כדי לשפר את עבודת המשרדים עצמם, את הממשק של כל משרד עם שאר המשרדים וכן כדי להנגיש את כל המערכות השלטוניות לעסקים ולאנשים הפרטיים כאחד, באופן שיסייע להתגבר על פער היעילות במשק הישראלי. החזרת ההשקעה והרווח ממנה יתבטאו הן בשיפור התוצר והרווחה, והן בקיצוץ בעלות התקציבית הישירה, היות שהמכונות החכמות יעילות וזולות יותר מכוח האדם המיומן הנדרש כיום. כשלב מקדים ותנאי הכרחי לשילוב המערכות הנבונות, **יש לטפל בפער הדיגיטלי, ע"י השלמה דחופה (עם קביעת לו"ז מחייב) של המהלך לדיגיטציה בסיסית של שירותי הממשלה.**

כדי לחסוך זמן, עלויות, בירוקרטיה ומשאבים, יש להטמיע טכנולוגיות נבונות במשרדי הממשלה. זאת במטרה לשפר את עבודת המשרדים עצמם, את הממשק של כל משרד עם שאר המשרדים וכן כדי להנגיש את כל המערכות השלטוניות לעסקים ולאנשים הפרטיים כאחד. יש לחתור לכך שתקשורת דיגיטלית עם הקהל הרחב תחליף כמה שיותר את הצורך להגיע או לשוחח בטלפון על מנת לקבל את השרות (כמובן ש"מגע אנושי" יישאר כפתרון לאוכלוסיות חלשות במיוחד או לבעיות הספורות להן המכונות לא ימציאו פתרון). החזרת ההשקעה והרווח ממנה יתבטאו הן בשיפור התוצר והרווחה, והן בקיצוץ בעלות תקציבית ישירה, היות שהמכונות החכמות יעילות וזולות יותר מכוח האדם המיומן הנדרש כיום³⁶. לשם כך יש לנקוט את הצעדים הבאים:

^[1] לראיה, בשוודיה, הדומה לישראל במאפייני הצמיחה ובקצב גידול האוכלוסיה, השקעה נרחבת בדיגיטציה של המגזר הציבורי השפיעה ישירות על הצמיחה הודות לקידום יעילות המגזר הציבורי והפרטי ובמיוחד בענפי המסחר והשירותים המקצועיים. מנתוני רשות התקשוב עולה כי בממוצע, מעבר לשירות דיגיטלי מוזיל שירותים הניתנים טלפונית ב-20% ושירותים הדורשים הגעה פיזית פי 50 (הנתונים ממצגת ממשל זמין של רשות התקשוב בכנס "ממשלה חכמה – חדשנות ויזמות במגזר הציבורי" שנערך במכון ירושלים למחקרי מדיניות, 18.11.2019).

^[2] להרחבה על העקרונות האתיים המנחים שהגדיר צוות המשנה בנושא אתיקה ורגולציה, ראו "פרק ב-אתיקה ובינה מלאכותית" בדוח הצוות שבחלק ב'.

אפשרי לאתגר השיתוף.

(2) יש לעודד שת"פ בין ארגונים, קופות חולים, מוסדות מחקר ובתי חולים. יש להגדיל ולהעמיק את המיזמים והעידוד הממשלתי לכינון שיתופי פעולה שיתרמו להתגבשות האקו-סיסטם השלם בתחום הרפואה, הן בתוך ישראל והן כלפי חוץ.

(3) אימוץ כללי הרגולציה האירופית (CE) או האמריקאית (FDA), היות שהחברות הישראליות יצטרכו לעמוד בהם ממילא. אין צורך ברגולציה ישראלית מעבר לכך.

(4) הכשרת הון אנושי ייעודית ומשלימה בתחום ה-AI הרפואי: חייבים לבנות מסה קריטית של רופאים, בעלי מקצועות בריאות אחרים וגם מדעני מידע שיובילו את המחקר בתחום וכישירו את הדור הבא של מומחי המידע הרפואי. לשם כך מומלץ:

• **לחשוף את כלל הסטודנטים** לנושאי Machine Learning-i Big Data, AI, במסגרת קורסי העשרה בביה"ס לרפואה.

• **לבצע הכשרה מעמיקה (כנראה לפחות כשנה-שנתיים) לכ-15%** מכלל הסטודנטים שהם בעלי רקע מתאים (בוגרי לימודי מערכות מידע ו/או יחידות כמו 8200). משך תקופה זו, במסגרתה הסטודנט לרפואה מאריך את לימודיו לקרוב לעשר שנים, יש להקצות לו מלגת שכ"ל + מלגת קיום פטורה ממס בת 10,000-12,000 ₪. כמובן שכניסה למסלול מסובסד כזה תלויה בהתחייבות רב שנתית לעבודה במערכת הציבורית.

• **השתלמות רופאים (Post-doc) במרכזים מובילים בחו"ל.** מומלץ להוציא קול קורא ובחירה של עשרה רופאים צעירים עם **רקע מתאים במקצועות הליבה ותכונות מנהיגות** - ומימון השתלמות שלהם בחו"ל במוסדות מובילים.

(2) חקלאות

תקציר: אנו ממליצים לקדם פרויקט לאומי לפיתוח מערכת מבוססת טכנולוגיות נבונות לזיהוי מוקדם של פגעים (מזיקים ומחלות) בגידולים חקלאיים, לצד שילוב טכנולוגיות נבונות במגזר החקלאי לניצול אופטימאלי של משאבי טבע ותשומות להבטחת ייצור מיטבי של מזון. בעידן בו ביטחון מזון, ניהול מים ותחומים נוספים בחקלאיות הופכים לאתגרים עולמיים אקוטטיים, פתרונות ישראליים מבוססי טכנולוגיות נבונות יענו על צורך מקומי וגלובלי כאחד, באופן שיהפוך את ישראל למודל עולמי וליצואנית ידע וטכנולוגיות בתחום הומניטרי חיוני.

בעידן בו ביטחון מזון, ניהול מים ותחומים נוספים בחקלאיות הופכים לסוגיות עולמיות אקוטטיות, פתרונות ישראליים מבוססי טכנולוגיות נבונות יענו על צורך מקומי וגלובלי כאחד, באופן שיהפוך את ישראל למודל עולמי וליצואנית ידע וטכנולוגיות בתחום הומניטרי חיוני. ישנם כמה יתרונות יחסיים בולטים שמגדילים את הפוטנציאל הישראלי להביא "בשורה עולמית" בתחום:

- המגזר החקלאי בישראל מוביל טכנולוגית ביחס לעולם ופתוח לאימוץ טכנולוגיות חדשות.
- בחקלאות ישנם פחות חסמים הנוגעים לרגולציה, פרטיות וכד', מאשר בתחומים אחרים ולכן סביר שיהיה קל יותר לקדם פרויקט דגל בתחום באופן יעיל שיאפשר מימוש טכנולוגי ואף פריצות דרך במהירות יחסית.
- המגזר החקלאי מייצר ממילא המון דאטה ובישראל (בעיקר במכון וולקני) הצטבר ניסיון וידע רב בתחום איסוף הנתונים ושילובם במערכות קבלת החלטות. עובדה זאת לצד פעילותם של מומחים עולמיים בתחום המזיקים והנדסה חקלאית בארץ, מקנה לישראל פוטנציאל להביא לפריצות דרך עולמיות בתחום הבינה המלאכותית בחקלאות.

פרויקט הדגל למהפכה בחקלאות מורכב משני חלקים:

א. פיתוח מערכת מבוססת טכנולוגיות נבונות לזיהוי מוקדם של פגעים (מזיקים ומחלות) בגידולים חקלאיים. התועלות בפרויקט זה תהיינה שיפור בטחון המזון ע"י הקטנה של אובדן מזון ופגיעה באיכותו וכן מזעור הפגיעה בסביבה ע"י הפחתת השימוש בחומרי הדברה רעילים ובידיים עובדות. בנוסף, אפשר יהיה להפיק לקחים מפרויקט זה הנוגע לבריאות של בני אדם ולא רק צמחים, בסיבה בה הרגישות לפרטיות ורגולציה לא תהווה עול מגביל מדי על הפיתוח.

ב. שילוב טכנולוגיות נבונות במגזר החקלאי לניצול אופטימאלי של משאבי טבע ותשומות להבטחת ייצור מיטבי של מזון

(חקלאות מדוייקת – Precise Agriculture). פרויקט זה יאפשר לייעל את ניצול משאבי הקרקע והמים, להגדיל יבולים, לשפר את איכות המזון, להגדיל את רווחי החקלאים וכן להפחית את זיהום הסביבה.

(3) תחבורה

תקציר: מבין שלל האפשרויות שבהן יכולות מערכות נבונות לפתור בעיות אקוטטיות בתחבורה, בחרנו להמליץ, כשלב ראשון, על התקנת רימזור חכם בכלל המרחב המטרופוליני של אזור פיילוט. זאת מתוך כוונה להתמודד עם מצוקת הגודש, שהיא בעיית התחבורה החמורה והדחופה ביותר לפתרון בישראל בכלל ובגוש דן בפרט. שילוב מערכת בינה מלאכותית אחודה בכלל מערכי הרמזורים שבמרחב המטרופוליני, יאפשר לכל הרמזורים להגיב בזמן אמת באופן מותאם לדינמיקה התנועתית המשתנה ולווסת את העומסים באופן יעיל יותר לטובת כל משתמשי הדרך. פרויקט דגל לאומי שירתום טכנולוגיות אלו לפתרון בעיית הגודש, יטיב עם האזרחים, ייעל את המשק ע"י הקטנת הזמן והמשאבים המבזבזים באופן שיעלה את הפריון, יקטין את מניין תאונות הדרכים והנפגעים בהן ויתרום לאיכות הסביבה ע"י הקטנת זיהום האוויר, באמצעות הקטנת מספר כלי הרכב המזהמים שיהיו בשימוש.

תחום התחבורה מורכב וכולל שלל בעיות שניתן לקדם באמצעות בינה מלאכותית. אולם, ניכר שהבעיה החמורה והדחופה ביותר הינה בעיית הגודש בכבישים בכל הערים וביתר שאת, בגוש דן. מדובר באתגר לאומי שמתבטא בפגיעה בחיי היומיום של האזרחים, בירידת הפריון במשק, וככלל בבזבז אדיר של זמן, משאבים, ואף חיי אדם בשל עלייה במניין התאונות הנובעת מכך שיותר אזרחים נמצאים בדרכים יותר זמן. טכנולוגיות נבונות רבות מיועדות לפתור בעיות תחבורתיות, כרימזור חכם, מערכי טעינה חכמים לרכבים חשמליים, רכבים אוטונומיים ותחבורה שיתופית. אלו כוללות אוסף אדיר של סנסורים, מערכות שליטה ובקרה ודאטה. פרויקט דגל לאומי שירתום טכנולוגיות אלו לפתרון בעיית הגודש, יטיב עם האזרחים, ייעל את המשק ע"י הקטנת הזמן והמשאבים המבזבזים באופן שיעלה את הפריון, יקטין את מניין תאונות הדרכים והנפגעים בהן ויתרום לאיכות הסביבה ע"י הקטנת זיהום האוויר, באמצעות הקטנת כלי הרכב המזהמים שיהיו בשימוש.

פרויקט הדגל לפתרון בעיית הגודש התחבורתי:

א. שלב א': רימזור חכם בכלל המרחב המטרופוליני של אזור פיילוט. כשלב ראשון בהתמודדות עם מצוקת הגודש, יש לעבור לרימזור חכם בשטחי כלל הרשויות המקומיות באזור הגודש. שילוב מערכת בינה מלאכותית אחודה בכלל מערכי הרמזורים שבמרחב המטרופוליני, יאפשר לכל הרמזורים להגיב בזמן אמת באופן מותאם לדינמיקה התנועתית המשתנה ולווסת את העומסים באופן יעיל יותר לטובת כל משתמשי הדרך.

ב. שלב ב': מרכזי תנועה מטרופוליניים. בהמשך להטמעת הרימזור החכם, ובהתבסס על תשתית העבודה המשותפת בין רשויות מקומיות שונות שתתחייב מפריסתן, נמליץ להקים מרכזי תנועה מטרופוליניים, על מנת לטפל באופן מיטבי בבעיות התחבורה שחורגות מגבולותיה של עיר זו אחרת ולכן דורשות תיאום ברמת המטרופולין.

(4) ביטחון

תקציר: נדרשות תוכנית אסטרטגית והשקעה מדינתית משמעותית לשם ניצול הפוטנציאל המגולם בתחום הבינה המלאכותית (במיוחד בתחום העליונות המודיעינית, בינה מבצעית, אוטונומיה ופעולה בנחילים והתייעלות ככלל), לצורך קפיצת מדרגה משמעותית בפעולתם של כוחות הביטחון ולתרומה לביטחון הלאומי של ישראל. יש לשלב את ההערכות ובניית היכולות הביטחוניות במאמץ הלאומי הכולל בתחום המערכות הנבונות ע"י הידוק שיתוף הפעולה עם התעשייה והאקדמיה, הכשרת כוח אדם מיומן, וגיבוש אקו-סיסטם בר-קיימא סביב פרויקט לאומי להקמת מערכת בטחונות-אזרחית משותפת לניהול מדינה חכמה ובטוחה בחירום ושגרה. המערכת תנטר, תאסוף ותנתח נתונים מכלל הגורמים הרלוונטיים במצבי השגרה במדינה באופן שיאפשר הערכות מיטביות למצבי חירום וקבלת החלטות מיטביות במהלכם.

כוחות הביטחון מקדמים בהצלחה פתרונות בינה מלאכותית במספר תחומים מזה מספר שנים. עם זאת, לקראת התר"ש הבאה, יש הכרה בכלל כוחות הביטחון, כי נדרשות תוכנית אסטרטגית והשקעה מדינתית משמעותית לשם ניצול הפוטנציאל המגולם בתחום הבינה המלאכותית, לצורך קפיצת מדרגה משמעותית בפעולתם של כוחות הביטחון ולתרומה לביטחון הלאומי של ישראל. טכנולוגיות ומערכות נבונות עומדות ביסוד היכולות להשגת עליונות מודיעינית, בינה מבצעית, אוטונומיה ונחילאות והתייעלות ככלל. מלבד התועלת הברורה לביטחון הלאומי, שילוב מושכל של הערכות מערכת הביטחון ובניית יכולותיה כחלק מהמאמץ הלאומי הכולל בתחום, יסייעו בקידום מדינת ישראל לעמדת מעצמת בינה מלאכותית, ע"י הידוק שיתוף הפעולה עם התעשייה והאקדמיה, הכשרת כוח אדם מיומן, וגיבוש אקו-סיסטם בר-קיימא סביב פרויקט לאומי בטחוני-אזרחי משותף לעתות חירום ושגרה. מעבר לפרויקט הדגל, נזכיר כי לשילוב מערכת הביטחון במיזם הלאומי יש גם תרומה לכלכלה מעבר לביטחון הישיר, במיוחד בתחומי התשתיות והכשרת כוח אדם מיומן:

א) תשתיות מחשוב משותפות – השותפות המתחייבת בין המגזר הביטחוני לאזרחי, מתבטאת גם בשיתוף התשתיות, ובכך שהענף הישראלי ומרכז החישוב (HPC) שיוקמו בשטח ישראל יהיו משותפים לגופי הממשלה האזרחיים ולמערכת הביטחון, תוך ההפרדה הנדרשת בין החלקים לצורכי מידור (ראו בהרחבה דיון לעיל בתשתיות המחשוב בעמ' 25-26).

ב) הכשרת כח אדם מיומן – יש להגדיל משמעותית את היקף ואיכות כ"א שעוסק בתחום הבינה המלאכותית בצה"ל (ב-1500 אנשים) אשר יהוו מכפיל כוח בטחוני בשנים הבאות, ובהמשך ישתלבו באקו-סיסטם הלאומי ויעצימו אותו עם הניסיון והיכולות שרכשו בשירות הצבאי. לשם כך, צה"ל זקוק לתוספת כוח אדם בתחום כמורט להלן:

- עתודאים בתחום Data Science: הגדלה מ-210 ל-350.
- תכניתנים ברמת Data Engineer: הגדלה מ-200 ל-500, תוך הסללת תוכניתנים ל-DS בכיתה מובנית במיומן צה"ל.
- Data Analysts: הגדלת כ"א במקצוע מ-0 ל-400.
- מתייגים: הגדלת כ"א במקצוע מבודדים ל-100.
- הגדלת סגלים בבית הספר למקצועות המחשב לטובת המשימה ב-30%. מ-200 ל-270.

באשר לפרויקט הלאומי בתחום הביטחון, בחרנו בכוונה תחילה, פרויקט הנוגע לציבור כולו, והקשור לניהול האוכלוסייה כולה, על כל מגזריה בזמן חירום. פרויקטים ביטחוניים טהורים, מסווגים יותר, לא נכללו מטבע הדברים במסמך זה.

ג) פרויקט לאומי – שו"ב לעיר/מדינה חכמה ובטוחה בחירום ושגרה:

פריצות דרך משמעותיות בעולמות הבינה המלאכותית מאפשרות יכולות חיזוי מדויקות יותר והתמודדות עם מצבים חדשים אשר לא נצפו מלכתחילה. את היכולות הללו ניתן וראוי לנצל כדי להתכונן לשלל מצבי חירום, החל באסונות טבע וכלה באיומים ביטחוניים מול האויב. מערכת דואלית אחודה מבוססת טכנולוגיות נבונות, לשליטה ובקרה בשירות המגזר האזרחי בשגרה, והביטחוני בחירום, תאפשר הערכות ומוכנות מיטביות בשגרה וכן קבלת החלטות מיטבית בשעת חירום. שכן, המערכת שתפעל תמיד, תנטר, תאסוף ותנתח נתונים מכלל הגורמים הרלוונטיים במצבי השגרה במדינה כהכנה למצבי החירום בה. פרויקט לאומי בתחום זה יקדם סביבו אקו-סיסטם שלם ובר-קיימא, במסגרתו יתקיים שיתוף פעולה הדוק בין כלל המגזרים (ביטחון, תעשייה, אקדמיה וממשל), יוכשר כח אדם מיומן ומומחה בטכנולוגיות הרלוונטיות וכמובן תפותחנה טכנולוגיות מתקדמות בתחומים שמשרתים הן את המגזר האזרחי והן את הביטחוני:

- ספיקת מקורות מידע – מקורות מידע "חיים" והנגשת מקורות מידע נוספים
- הבניית סוגי המידע השונים
- עיבוד מידע המשלב אנליטיקה ואלגוריתמיקה מורכבות
- סיווג התובנה והנגשה לגורמים הרלוונטיים.
- ביצוע פעולות אקטיביות בסינרגיה ותיאום בין כלל האמצעים ("נחילים")

5) פרויקט הדיגיטציה הממשלתית

כנאמר לעיל, בתחילת הדרך חשבנו להגדיר פרויקט לאומי גם בתחום הפיננסי, אולם התברר לנו כי אין למדינת ישראל יתרון ביחס לעולם בתחום זה דווקא, וכי במגזר הפיננסי השוק עושה את שלו. עם זאת, אנו סבורים שאם נבצע את כל שאר הפרוייקטים שתוארו מעלה, ייווצר אקו-סיסטם חזק כל כך בארץ שיביא את הסקטור העסקי העולמי להשקעות בישראל דווקא בפיתוח מערכות נבונות במגזר הפיננסי. תופעה דומה קרתה במהפכת הסייבר והפינטק שעברנו לפני כעשור.

עם זאת, במהלך העבודה התברר לנו הפיגור הגדול בו נתונה ישראל בתחום הדיגיטציה של המגזר הממשלתי. כשלב מקדים ותנאי הכרחי לשילוב המערכות הנבונות, **יש לטפל בכער הדיגיטלי, ע"י השלמה דחופה (עם קביעת לו"ז מחייב) של המהלך לדיגיטציה בסיסית של שירותי הממשלה. אי לכך אנו ממליצים לראות את הפעילות שהוגדרה לעיל (בדיון בנושא "המגזר הממשלתי" בעמ' 33-34), ואשר במרכז עומדת הדיגיטציה הממשלתית, כפרויקט דגל נוסף של המיזם.**

נספחים

נספח א' – רקע להקמת המיזם הלאומי

משרד ראש הממשלה
המטה לביטחון לאומי

י"ח באייר, התשע"ח
03 מאי 2018
סימוכין: 01976818

אל: לוח תמוצה

הנדון: סיכום פ"ע רה"מ - היועץ לביטחון לאומי ור' המל"ל (3.5.18) - קיטוע צוות להעצמת הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי של מדינת ישראל

1. ביום ה' ה-3 במאי 2018 התקיימה פגישת עבודה בין ראש הממשלה והיועץ לביטחון לאומי וראש המל"ל. להלן קיטוע מהפגישה:
 - א. ראש המל"ל הציג בפני ראש הממשלה הצעה להקמת צוות לגיבוש תכנית לאומית להעצמת הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי של מדינת ישראל (ההצעה המלאה בנספח).
 - ב. ראש הממשלה אישר את הקמת הצוות ותחילת פעילותו, על פי המוצע.
 - ג. הצוות יידרש להציג את עבודתו והמלצותיו בתוך 6 חודשים.
2. בברכה,

עידו ע.
גבאי המל"ל

לוח תמוצה
שר המדע והטכנולוגיה
שר החינוך
שר האוצר
שר הכלכלה
השר לביטחון פנים
מנכ"ל משרד ראש הממשלה
מנכ"ל משרד הביטחון
ראש המטה הכללי
ראש המוסד
ראש שירות הביטחון הכללי
ראש מערך הסייבר
המזכיר הצבאי לראש הממשלה
המזכיר הצבאי לשר הביטחון
מזכיר הממשלה
היועצת המשפטית לראש הממשלה

אלוף (מיל') פרופ' יצחק בן ישראל
ד"ר אביתר מתניה

טיוטה טיוטה טיוטה

מיזם להעצמת החוסן המדעי-טכנולוגי כמרכיב מרכזי בביטחון הלאומי של ישראל -

כתב מינוי

- הנכם מתמנים בזאת לראשי המיזם לגיבוש תכנית לאומית להעצמת החוסן המדעי-טכנולוגי כמרכיב מרכזי בביטחון הלאומי של מדינת ישראל.
- חזון המיזם: העצמת חוסנה של ישראל כמעצמה מדעית-טכנולוגית בראיית הביטחון הלאומי הכלכלי והחברתי, והבטחת עתידה ושגשוגה כחברה בטוחה, פתוחה, דמוקרטית ומבוססת ידע.
- מטרת המיזם: להציב את ישראל בחמישייה המובילה של מדינות העולם בתחומי הליבה הטכנולוגיים המשרתים את חזון שלעיל בתוך חמש שנים.
- המיזם יורכב מצוותי משנה וצוות אסטרטגי מתכלל, אשר יעסקו בחמישה תחומי טכנולוגיים-מדעיים עיקריים תחת ההיגיון המרכזי של "מערכות נבונות":
 - בינה מלאכותית (Artificial Intelligence) ומדע נתונים (Data Science).
 - מערכות אוטונומיות.
 - IoT (Internet of Things) וסנסורים.
 - בינה רשתית.
 - תשתיות חישוב ומידע וטכנולוגיות קוונטיות.
- עבודת המיזם תדווח באופן עתי לר' מל"ל, מטעמו ישמש מר אבנר שמחוני כמרכז הצוות.
- עבודת המיזם תושלם בתוך שישה חודשים ממועד גיבוש הצוותים. סיכום העבודה, לרבות הצעה לתכנית לאומית למימוש מטרות המיזם כבסיס להחלטת ממשלה בנושא, יוגש לראש הממשלה.
- הצוותים המקצועיים ימונו על ידיכם ויכללו מומחים מ-האקדמיה, התעשייה, מערכת הביטחון וגופי המודיעין, ונציגי משרדי הממשלה הרלוונטיים.

בברכה,

נספח

הנדון: תכנית לאומית להעצמת הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי - התנעה

- ב-20/2/18 התקיים בראשותך סיעור מוחות בנושא הנ"ל, בהשתתפות גורמים בכירים באוניברסיטאות ובגופים הטכנולוגיים במערכת-הביטחון.
- בעקבות זאת ולאחר עיבוד ראשוני של ההצעות והנושאים שהועלו, אנו ממליצים למנות צוות בראשות פרופ' יצחק בן ישראל וד"ר אביתר מתניה לגיבוש תכנית לאומית להעצמת הביטחון הלאומי והחוסן המדעי-טכנולוגי של מדינת ישראל.
- הצוות יציג תוך שישה חודשים, תכנית מפורטת, בהתאם להגדרות הבאות -
 - החזון הלאומי: העצמת חוסנה של ישראל כמעצמה מדעית-טכנולוגית בראיית הביטחון הלאומי הכלכלי והחברתי, והבטחת עתידה וחוסנה הלאומי של מדינת ישראל כחברה בטוחה, פתוחה, דמוקרטית ומבוססת ידע.
 - המטרה: להציב את ישראל בחמישייה המובילה של מדינות העולם בתחומי הליבה הטכנולוגיים המשרתים חזון זה בתוך חמש שנים.
 - הקריטריונים לקביעת התחומים לגביהם תידרש מעורבות ממשלתית:
 - תחומים שהעולם לא יוכל בלעדיהם בעשור הקרוב.
 - תחומים בעלי תרומה קריטית לביטחון.
 - תחומים מתאימים לגודלה של ישראל.
 - תחומים שבהם ישראל תוכל להיות בין המובילים בעולם.
 - הנושאים לבחינה - "מערכות נבונות":
 - בינה מלאכותית (Artificial Intelligence) ומדע נתונים (Data Science).
 - מערכות אוטונומיות.
 - IoT (Internet of Thing) וסנסורים.
 - בינה רשתית.
 - תשתיות חישוב ומידע וטכנולוגיות קוונטיות.
 - הצוות יורכב מ-6 תתי-צוותים (אחד לכל אחת מהטכנולוגיות המוזכרות לעיל וצוות אסטרטגי לביצוע התכלול) וירכז ע"י המל"ל.
 - הצוותים יכללו מומחים מ-האקדמיה, התעשייה, מערכת הביטחון (מפא"ת, אמ"ן והאגפים הטכנולוגיים במוסד ובשב"כ) ונציגי משרדי הממשלה הרלוונטיים.

בברכה,

מאיר בן שבת

היועץ לביטחון לאומי וראש המטה לביטחון לאומי

נספח ב' – הגדרת טכנולוגיות נבונות

לאחר המהפכה התעשייתית, מהפכת המחשוב חדרה לכל תחומי חיינו והפכה לטכנולוגיה הדומיננטית בהם. בשלב הראשון "המחשב כפלטפורמה" הנגיש יכולות חישוב וניהול חדשות במסגרת מערכות ובהמשך רשתות. בשלב השני "מרחב הסייבר" הוסיף קישוריות כמעט מוחלטת לרשתות המחשבים והתקשורת והנגיש את האינטרנט כמעט לכל מקום ואדם. מזעור והוזלה של רכיבי חישוב וזיכרון לצד יכולת לאגור ולעבד מידע בנפח ובמהירות חסרי תקדים הניעו שינויים מרחיקי לכת בעולם התעשייה, בפני הכלכלה ובמרקם החיים, באופן המשפיע על מכלול חיינו, כפרטים, כחברה וכמדינה. **כיום, העולם מתקרב לסיפו של השלב השלישי למהפכת המחשוב, שלב "המערכות הנבונות", במסגרתו מערכות ממוחשבות יחוללו ידע חדש ויתפקדו באופן עצמאי ו"נבון"**. הבסיס המדעי-טכנולוגי להבשלת שלב זה הוא השילוב בין התקדמות משמעותית בשנים האחרונות בבינה המלאכותית (Artificial Intelligence, להלן AI), ובמיוחד בתחום הלמידה העמוקה (Deep Learning), לבין יכולות מחשוב, תקשורת ועיבוד מהירות וממוזערות באופן חסר תקדים, לרבות טכנולוגיות קוונטיות.

תחת הכותרת "מערכות נבונות" המיזם מתייחס לבניית היכולות הנדרשות לישראל בתחומים הבאים:

א. למידת מכונה (Machine Learning) ומדע נתונים (Data Science): אלו אבני הבניין של טכנולוגית הבינה המלאכותית (AI) שמטרתה להקנות למחשבים יכולות לביצוע מטלות באופן שמחייב אינטליגנציה אילו היו מבוצע על ידי בני-אדם, למשל – הבנת טקסט, דיבור, וידאו, תמונות, יכולת להסיק מסקנות ולגלות חוקים, לחשוב בצורה אסטרטגית ועוד. יכולת לבצע משימות אלו בצורה אוטומטית תוביל ליישומים רבים בהם יחליף המחשב את האדם ואף יעלה עליו (בהיבטי זמן עיבוד, זיכרון, עלות וכו'). טכנולוגיות בינה מלאכותית המבוססות על אלגוריתמים הלומדים מנתונים, נדרשות כבר כיום כמעט בכל תחום ויש הכרה גלובלית במקום המרכזי שתמלאנה בקבלת החלטות ככל שהעולם הדיגיטלי יתפתח. למידה דרך נתונים מתויגים נקראת למידה מודרכת (Supervised Learning) בה המכונה שמבוססת על מודל סטטיסטי ראשוני מטייבת את המודל ומלטשת אותו באמצעות בחינת אלפי דוגמאות. מולה, נוכח הגידול בכמויות הנתונים הלא-מתויגים (מרשתות, תשתיות, רכיבי IoT, האינטרנט, ועוד), הולכת ומתפתחת למידה לא מודרכת (Unsupervised Learning) במסגרתה מפתחת המכונה מודל משלה לביצוע הפעולה בהתבסס על כמות גדולה בסדרי גודל של נתונים ודוגמאות. אחד הכיוונים המתקדמים והמבטיחים ביותר בתחום הבינה המלאכותית הוא טכנולוגיית ה**למידה העמוקה (Deep Learning)** שבה במקום להתבסס על "אלגוריתמים מוכתבים" מראש לביצוע פעולות, מנסים לחקות תהליך מוחי אנושי ע"י אימון לפעולה, הזנה בנתונים וניתוח ביצועה. למידה עמוקה מתבצעת באמצעות שכבות רבות של רשתות נוירונים מלאכותיות שכל אחת מטפלת במשימה חישובית פשוטה בתהליך עיבוד המידע, במטרה לאפשר יחד ביצוע של פעולה מורכבת. שילוב בין מערכות למידה עמוקה לשיטות למידה נוספות המאפשרות לקבל תובנות אנליטיות, לזהות חריגים ולתמוך בקבלת החלטות "אוטומטיות", יעמוד בליבת הפיתוח בתחום.

כל דרכי הלמידה הנזכרות לעיל דורשות כמויות אדירות של נתונים וכח מחשוב. הגידול העצום בכמות המידע הזמין הנוצר ונאגר בארגונים ובחברות, לצד הגידול ביכולת החישוב המאפשרת את עיבודו המהיר, תוך הפקת תובנות שלעיתים אינה אפשרית ע"י המוח האנושי, הביאו ליצירת דיסציפלינה חדשה הנקראת **מדע הנתונים (DS - Data Science)** ומאפשרת לדלות מהמידע הרב שנאסף ונראה לא קשור לכאורה, תובנות, ערך ותועלת לביטחון, לכלכלה ולחברה. שילוב של טכניקות AI, עם היכולת להגיע לנתוני עתק ולעבדם (DS), פותח הזדמנויות יוצאות דופן בשלל תחומים, ובראשם רפואה, מודיעין, תחבורה, ניהול ערים, תקשורת ועוד. יתרה מזאת, מדובר בטכנולוגיה שמשנה את הדרך בה מתנהל המדע והמחקר ולכן מי שיוביל בתחרות הלמידה שלה, יזכה בעליונות רב תחומית לעשורים הבאים.

ב. מערכות אוטונומיות ורובוטיות: מערכות אוטונומיות הן מערכות "רובוטיות", היכולות לחוש, לנתח, לקבל החלטות ולבצע מגוון פעולות באופן עצמאי, בצד קיום אינטראקציה יעילה עם בני אדם ועם מערכות רובוטיות אחרות. לדוגמה, מערכת אחת כזו, סביבה נבנית כיום תעשיית ענק עולמית, היא מערכת הרכב האוטונומי. פוטנציאל היישום של מערכות כאלו הוא עצום, החל ברובוטים לניקוי הבית, דרך מערכות סיוע לאוכלוסייה מזדקנת, וכלה במערכות לשיפור מנגנוני אספקה, מערכות הגנה, ועוד היד נטויה. גם ההתפתחות של מערכות אלו נשענת במידה רבה על יכולות מחשוב, חישה ולמידה, לצד פיתוח סנסורים חכמים. הטכנולוגיות הנדרשות הן, בראש ובראשונה, למידה עמוקה ותשתית חישובית, אך גם, אלגוריתמיקה לתמיכה בקבלת החלטות, הנדסת מערכות מורכבות, חומרים לומדים, שיפור יכולות לאינטליגנציה רגשית ומודעות מלאכותית, שיפור הממשק בין אדם למכונה, ועוד.

ג. IoT וסנסורים: מרחב התקשורת הממוחשבת מתפתח במהירות לכיוון האינטרנט של הדברים (IoT). מערכות רבות כמעט בכל תחום הופכות למערכות מחשב קטנות, המחוברות ביניהן (קישוריות), עם יכולות עיבוד (מחשב) ויכולות חישה (סנסורים). מאז 2011, יש בעולם יותר מכשירים המחוברים ברשתות מאשר אוכלוסיה אנושית⁴²; כיום ישנם כ-17 מיליארד מכשירים המחוברים לאינטרנט והצפי הוא שעד 2025 מספרם יכפיל עצמו ל-34 מיליארד⁴³. הקישוריות בין המערכות עצמן ובין לבין גורמים מרכזיים (שליטה, בקרה, תפעול), תניב מידע רב ובצידו אתגרי איסוף, אגירה, אימות וניתוח של המידע, אתגרים בבניית רשתות נתונים ורכיבים, אוטומציה של תפעול ותיקון, הגנת סייבר ואבטחה, סטנדרטיזציה ופרוטוקולים, איחוד ואיזון בין היררכיות של רכיבים ושל שימושים, הנדסה זעירה, וגם היבטים של פרטיות, אתיקה, משפט, פסיכולוגיה ועוד. היכולת לייצג את העולם הפיזי המורכב באמצעות מודל דיגיטלי מושלם, המאפשר לבחון ולפתור בעיות מורכבות (לוגיסטיות ואחרות), תוך בחינה של פתרונות אפשריים בזמן אמת, תלך ותגדל, ועמה ייצוצו הזדמנויות עסקיות חדשות, כולל יכולות ביטחוניות הנוגעות לשדה הקרב העתידי.

ד. בינה מבוזרת: תחום הרשתות הולך ומתפתח בקצב מהיר מאד. יישומים רבים מתבססים על "חכמת רשת" (Network Intelligence) המתהווה לא בנקודות הקצה שלה או ב"מח" מרכזי, אלא באינטראקציה בין הרכיבים – קרי "ברשתיות" עצמה. האפשרות לאחסן, לקודד, לאמת ולחלוק מידע באופן יעיל ובטוח ברשת כזו נשענת על טכנולוגיות חדשות, כמו Block Chain ומקנה לרשת כמכלול יכולות שרידות והשלמת משימות גם אם יחידות קצה נפגעות בדרך. דוגמאות לאפליקציות הנשענות על יכולת בינה מבוזרת כוללות נחילי כלי טיס בלתי מאוישים, רחפנים, נחילי גלאים מתחומים שונים, רשתות רדיו מתקדמות ועוד. היכולת לתכנן ולשלוט בהנדסת רשתות כאלו היא חיונית ליישומים עתידיים רבים בתחומי הביטחון והחירום, איכות הסביבה, הרפואה ועוד. גם תחום ה-IoT צפוי להשתלב במגמה של בינה מבוזרת וליצור חוכמה שאינה נמצאת בנקודת קצה אחת אלא בשילוב כלל רכיבי המערכת. תחום זה שנמצא בתחילתו דורש פיתוח ידע ויכולות לתכנן, לבנות ולנתח רשתות באשר הן, בדגש על ה"בינה" שברשת עצמה.

ה. תשתיות חישוב ומידע וטכנולוגיות קוונטיות: פיתוח כל הטכנולוגיות לעיל ושימוש בהן תלוי בתשתית פיסיות, ובפרט תשתיות חישוב (בין אם במערכים של מחשבי-על מרובי ליבות, או במחשוב קוונטי המאפשר ביצוע פעולות חישוב מסוימות ביעילות אולטרה גבוהה, או בכל תשתית חישובית אחרת) ותשתית אינפורמציה (הן להעברתה בצורה בטוחה והן ליצירתה). תחום האינפורמציה הקוונטית (QIS – Quantum Information Science) כולל שלושה תתי תחומים: יצירת האינפורמציה הקוונטית (חישה קוונטית), העברתה (תקשורת קוונטית) ועיבודה (חישוב/סימולציות קוונטי/ות). כך, למשל, תקשורת קוונטית מאפשרת מימוש ערוצי תקשורת חסינים ברמה הפיסיקלית, גם למול כוח מחשוב בלתי מוגבל. תחומי החישה הקוונטית, שהינם הרובד הבשל יותר בטכנולוגיה זו, מאפשרים דיוקים ורמות ביצועים עילאיות, שכבר כיום מביאות לתוצאות מבצעיות ביישומים ביטחוניים, כמו גם בשימושים אזרחיים מגוונים. תשתיות כאלו דורשות ידע ויכולות בחמרה, באנרגיה, ברשתות תקשורת, באלגוריתמיקה ועוד. חשוב לציין כאן שהטכנולוגיות הקוונטיות אינן מצטמצמות רק למחשוב, אלא יש להן חשיבות רבה גם בתחומים אחרים (כמו IoT למשל) הכוללים הצפנה קוונטית, תקשורת קוונטית, התקנים קוונטיים, אלגוריתמיקה ועוד. ההכרה מצד מדינות, גופים ותאגידים בינ"ל וחברות מסחריות בפוטנציאל העצום בתחום הקוונטי כמו גם במגבלות של מי שיישארו מאחור, הובילה למרוץ להשגת "עליונות קוונטית" שמגובה בהשקעות ענק לתמיכה בתוכניות לאומיות גלויות, כמו גם במאמצי פיתוח מסווגים ליישומים הנוגעים לביטחון לאומי.

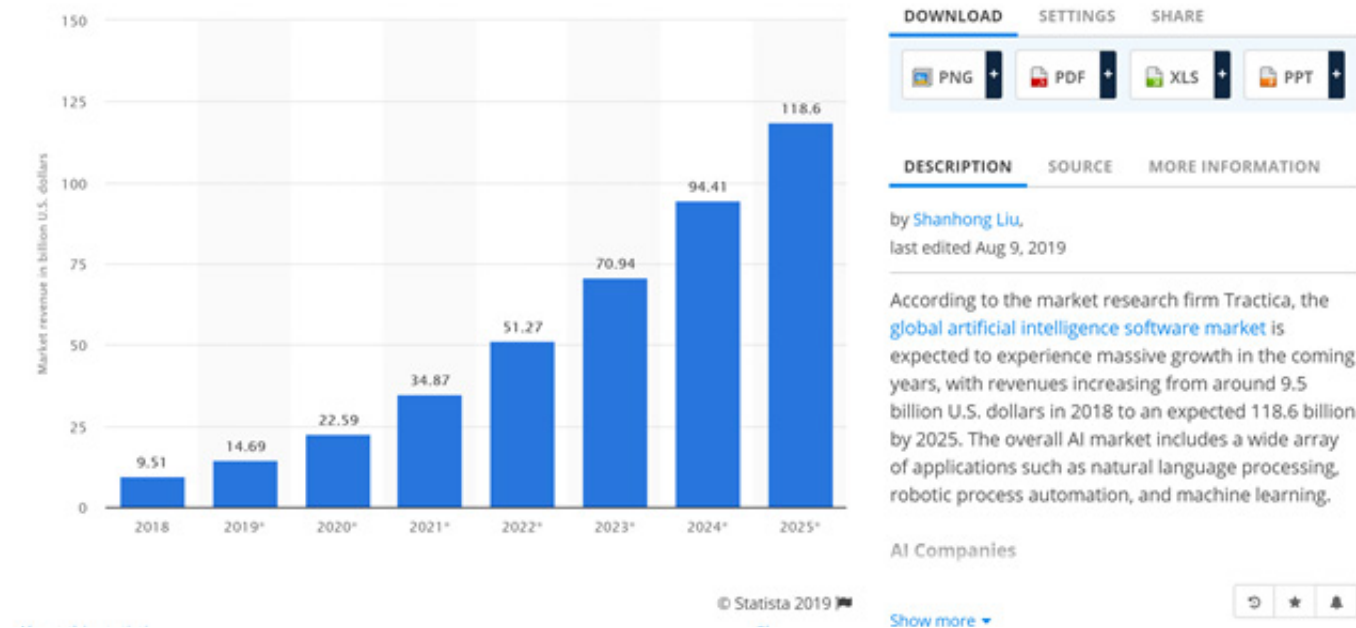
כיום, העלייה העצומה בכוח המחשוב הביאה לכך שאלגוריתמים לומדים למיניהם כבר מתחילים לחדור לכל תחומי החיים. הבנתם מחייבת שליטה לא רק בדיסציפלינות הטכנולוגיות כמדעי המחשב, מתמטיקה והנדסה – אלא גם בהיבטים חברתיים, משפטיים, עסקיים ואפילו פילוסופיים. **חשוב להבין כי לא מדובר בהתפתחות תחום או ענף נוסף בהייתק, אלא בכניסה לעידן חדש שבו תשתיות מידע וחישוב מתקדמות תאפשרנה יישום של טכנולוגיות ומערכות נבונות אשר ישולבו בכל תחומי החיים (כלכלה, בריאות, חינוך, תחבורה, ממשל, ביטחון ועוד) וישנו את דפוסי הפעילות האנושית במסגרתם. מי שישכילו לשלוט בטכנולוגיות החכמות ולהפיק מהן ערך ראשונים, יובילו את העולם ויכתיבו את כללי המשחק בהמשך המירוץ. מי שלא, יותרו מאחור, נתונים לחסדיה של הקבוצה הראשונה.**

^[1] Broadband Commission for Digital Development, 2012, p

^[2] Knud Lasse Lueth, State of the IoT 2018: Number of IoT devices now at 7B – Market accelerating. August 8, 2018

נספח ג' – הערכת שווי שוק גלובלי עתידי ב-AI

Revenues from the artificial intelligence (AI) software market worldwide from 2018 to 2025 (in billion U.S. dollars)



global artificial intelligence software market is expected to experience massive growth in the coming years, with revenues increasing from around 9.5 billion U.S. dollars in 2018 to an expected 118.6 billion by 2025.

Sourced: Statista (Aug 2019) ; Tractica (2019)

- IDC predicts worldwide spending on cognitive and Artificial Intelligence systems will reach \$77.6B in 2022^{IV}.
- Statista (February 2019): The annual global funding of AI start-ups experienced a high growth of over 70% average growth rates from US\$1.7 billion in 2012 to US\$15.2 billion in 2017

McKinsey (April 2018)^I: AI COULD POTENTIALLY CREATE \$3.5 TRILLION TO \$5.8 TRILLION IN ANNUAL VALUE IN THE GLOBAL ECONOMY. These figures are not forecasts for a particular period in time, but they are indicative of the considerable potential for the global economy that advanced analytics represents.

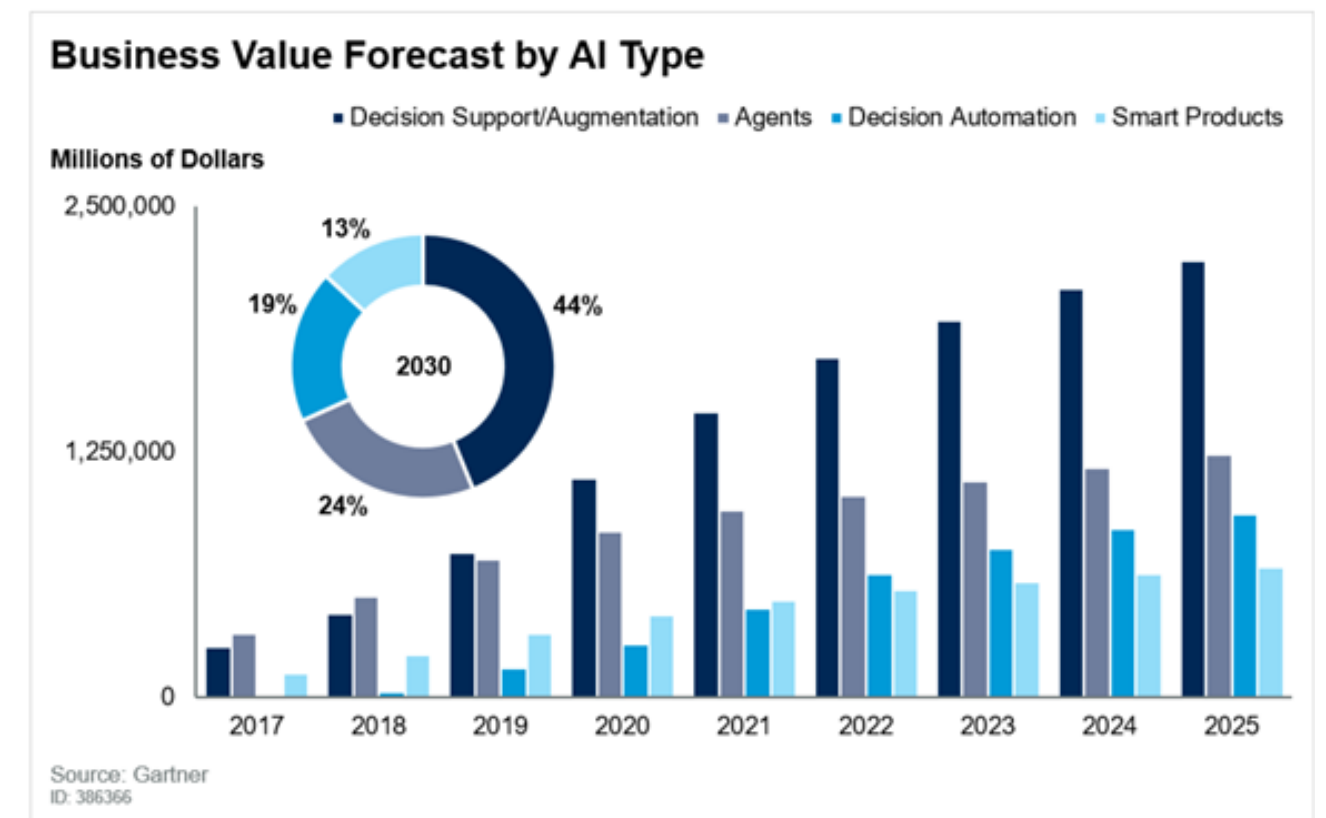
Gartner (April 2018)^{II}: Global business value derived from artificial intelligence (AI) is projected to total \$1.2 trillion in 2018, an increase of 70 percent from 2017. AI-derived business value is forecast to reach \$3.9 trillion in 2022.

Table 1. Forecast of Global AI-Derived Business Value (Billions of U.S. \$)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Business Value	692	1,175	1,901	2,649	3,346	3,923
Growth (%)		70	62	39	26	17

Source: Gartner (April 2018)

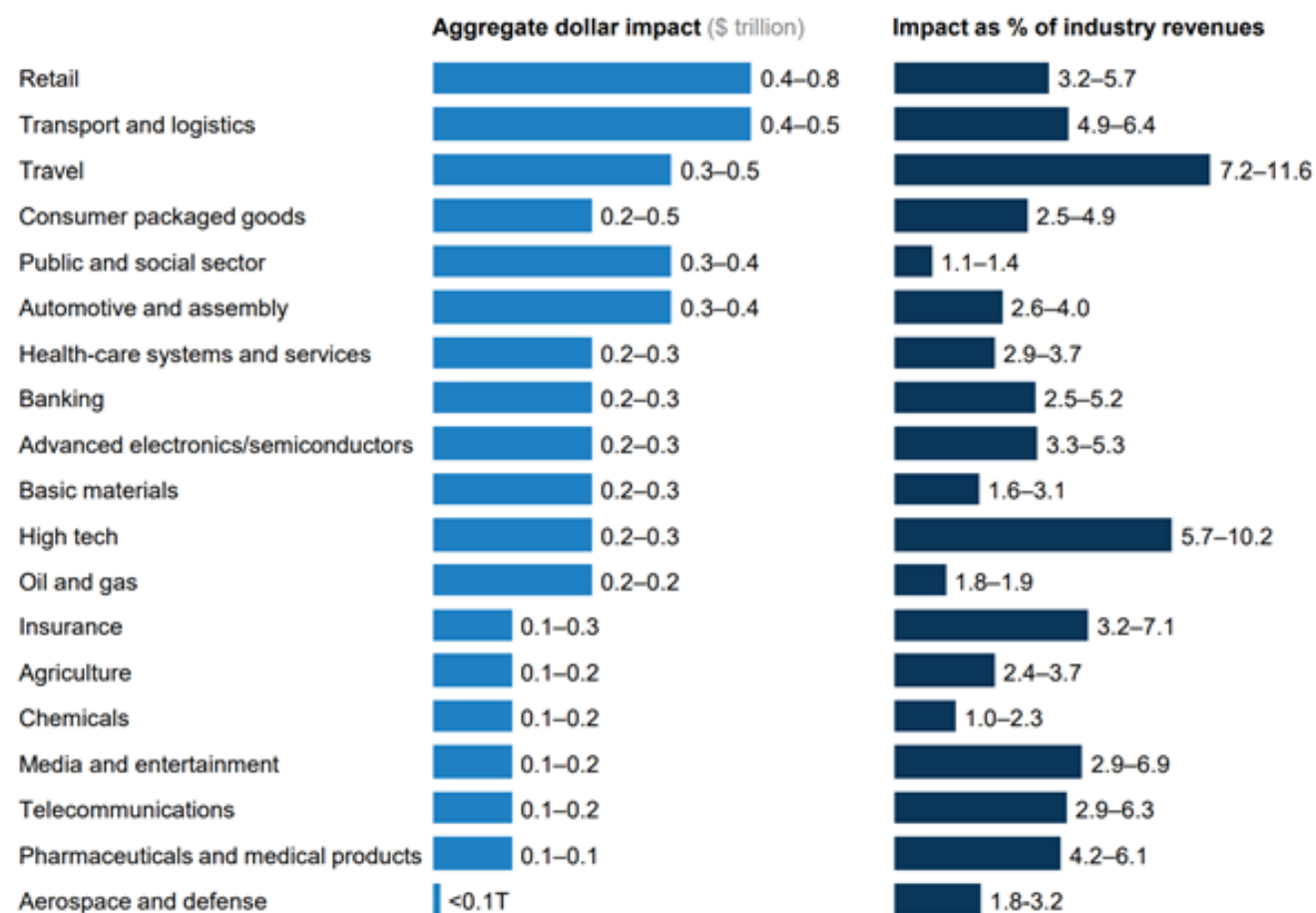
Gartner (August 2019)^{III}: Worldwide Business Value by AI Type (Millions of Dollars)



IV Columbus, L. (Mar 27, 2019). Roundup Of Machine Learning Forecasts And Market Estimates For 2019. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2019/03/27/roundup-of-machine-learning-forecasts-and-market-estimates-2019/#6478f86f7695>

I McKinsey Global Institute (April 2018). NOTES FROM THE AI FRONTIER INSIGHTS FROM HUNDREDS OF USE CASES.
 II <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-04-25-gartner-says-global-artificial-intelligence-business-value-to-reach-1-point-2-trillion-in-2018>
 III <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-08-05-gartner-says-ai-augmentation-will-create-2point9-trillion-of-business-value-in-2021>

The potential value of AI by sector



NOTE: Artificial Intelligence here includes neural networks only. Numbers may not sum due to rounding.

SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

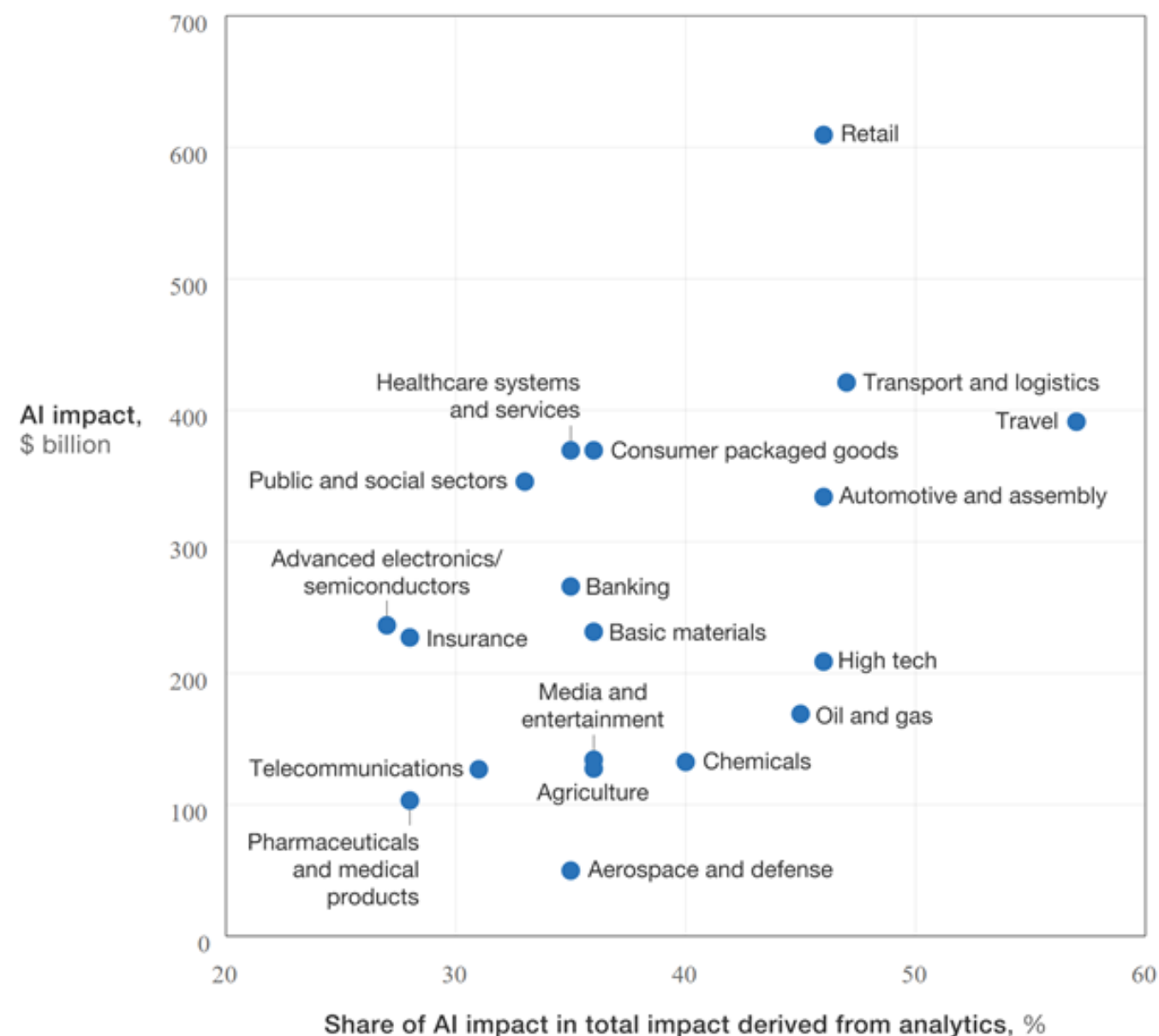
McKinsey (April 2018). P. 18

The value as measured by percentage of industry revenue varies significantly among industries, depending on the specific applicable use cases, the availability of abundant and complex data, as well as on regulatory and other constraints.

These figures are not forecasts for a particular period in time, but they are indicative of the considerable potential for the global economy that advanced analytics represents. [...] Some of this value will be captured in a variety of ways, for example it may result in more valued products and services, revenue growth, cost savings, or indeed consumer surplus. While the aggregate numbers may appear modest, in some use cases the advancements amount to radical transformation.

AI Has the potential to create annual value across sectors totaling \$3.5 trillion to \$5.8 trillion, or 40% of the overall potential impact from all analytics techniques:

Artificial intelligence (AI) has the potential to create value across sectors.



McKinsey&Company | Source: McKinsey Global Institute analysis

McKinsey (April 2018). P. 18

נספח ד' - אסטרטגיות והשקעות מדינתיות ב-AI בעולם

בשנים האחרונות, מתרחבת ההכרה בקרב ממשלות בכך שבינה מלאכותית הינה טכנולוגיה אסטרטגית ובסיס לשלל פיתוחים טכנולוגיים עתידיים. בהתאם, לצד ההשקעה העצמית בסקטור הפרטי, מדינות רבות יוזמות ומממשות תכניות, אסטרטגיות והשקעות לאומיות בתחום הבינה המלאכותית. במחקר של חברת FuturGrasp⁴⁴ בשיתוף עם מכון המחקר Interregional Crime and Justice Research Institute (UNICRI) של האו"ם והמרכז שלו לבינה מלאכותית ורובוטיקה, נמצא כי מתחילת 2017 ועד ליוני 2019, 41 מתוך 193 המדינות החברות באו"ם הביעו נכונות להשקיע ולפתח את תחום ה-AI ברמה הלאומית. מתוכן 19 פרסמו תכנית לאומית ומצד 20 נמצאו השקעות לאומיות שנאמדו יחד בכ-152 מיליארד דולרים. להלן שלושה גרפים מתוך המחקר המסכמים את המגמה העולמית:

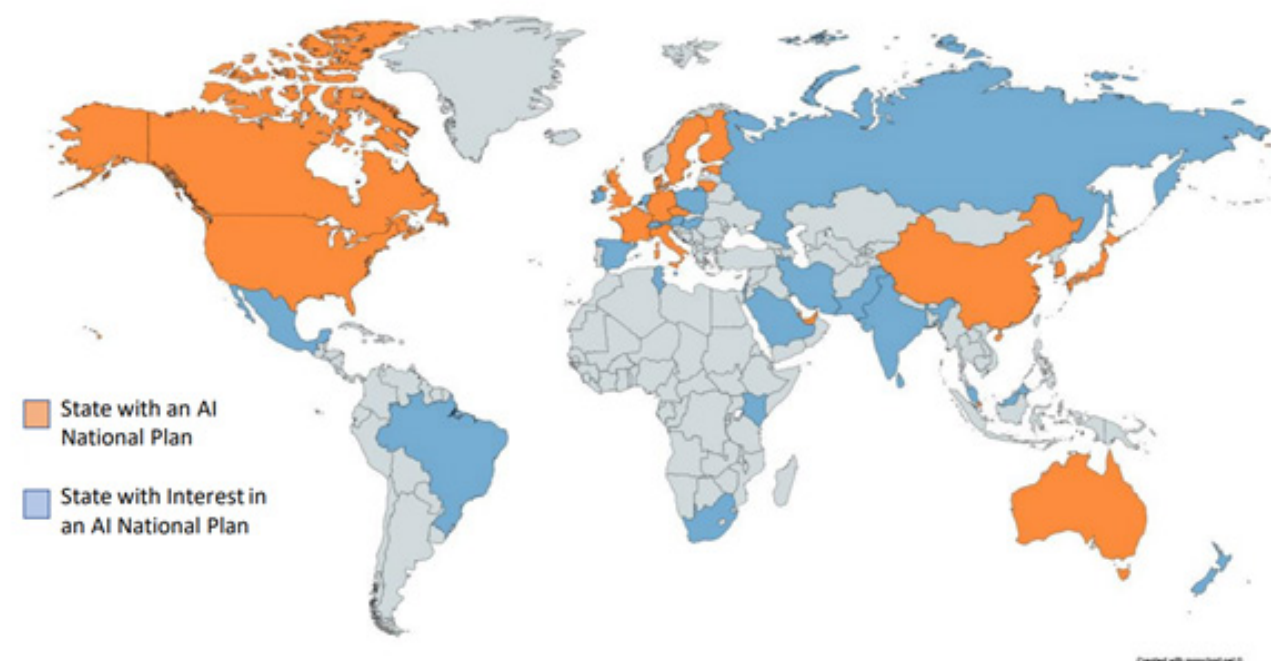
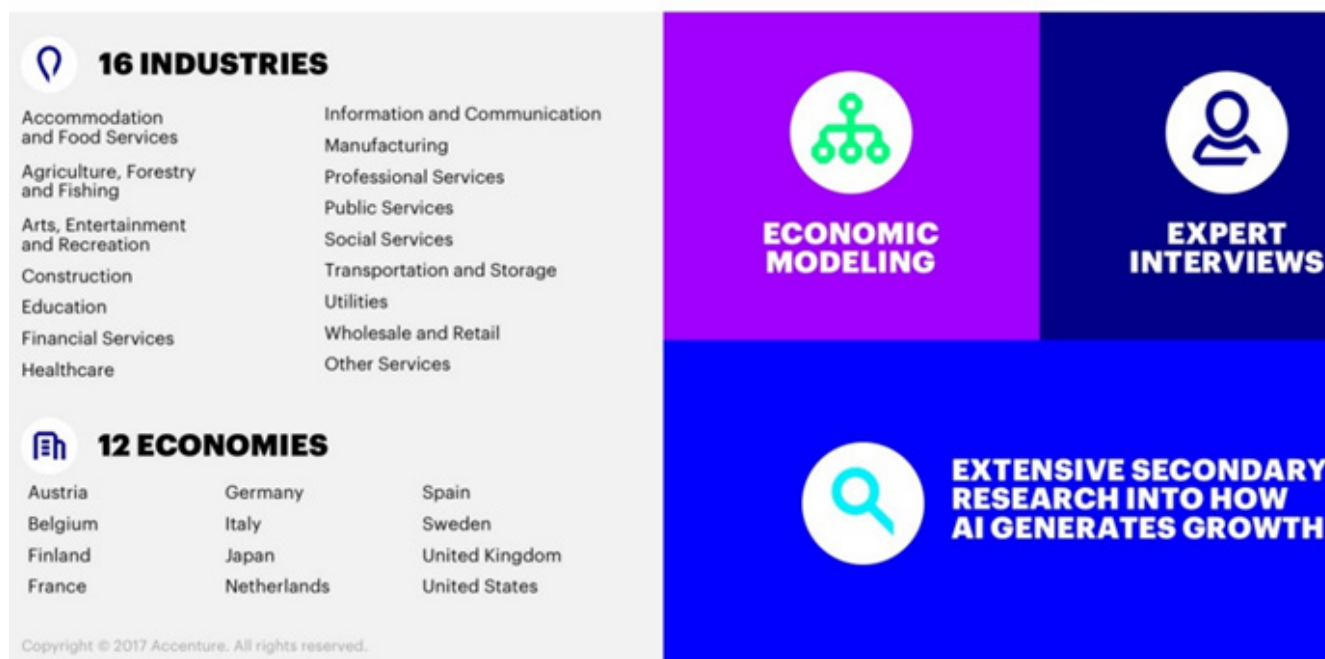


Figure 1. States with or having demonstrated interest in an AI national strategy or plan.

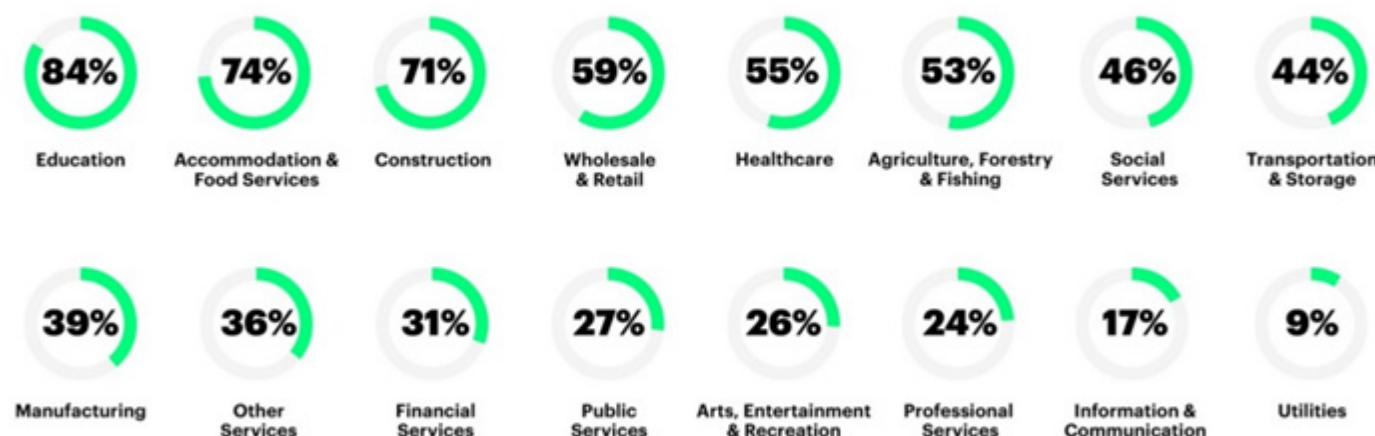
דוח של ACCENTURE מ-2017⁴⁵, בוחן את הפוטנציאל של AI לקידום 16 תעשיות/מגזרים ב-12 כלכלות מפותחות (ישראל לא נכללת) האחראיות ליותר מ-50% מהתוצר העולמי:

FUTURE OF AI: ACCENTURE RESEARCH



Accenture research shows that AI has the potential to boost rates of profitability by an average of 38 percent by 2035 and lead to an economic boost of US\$14 trillion across 16 industries in 12 economies by 2035. But this will only happen if organizations adopt a people-first mindset and take bold and responsible steps to apply AI technologies to their business.

AI HELPS UNLOCK TRAPPED VALUE AND WILL MARKEDLY INCREASE INDUSTRY SHARE OF PROFIT



Share-of-profit increase per industry between baseline in 2035 and AI steady state in 2035 in %, Source: Accenture and Frontier Economics.

V Purdy, M. & Daugherty, P. (2017). How AI boosts industry profits and innovation. Accenture

Artificial Intelligence: An Overview of State Initiatives, FutureGrasp, August 2019. https://irp-cdn.multiscreensite.com/9297f8c7/files/uploaded/44-Report_AI-An%20Overview%20of%20State%20Initiatives_FutureGrasp_8-18-19_A4.pdf



Figure 3. State Investments by AI Sector. ^b Numbers next to each spoke label denote how many States are investing in each Sector.

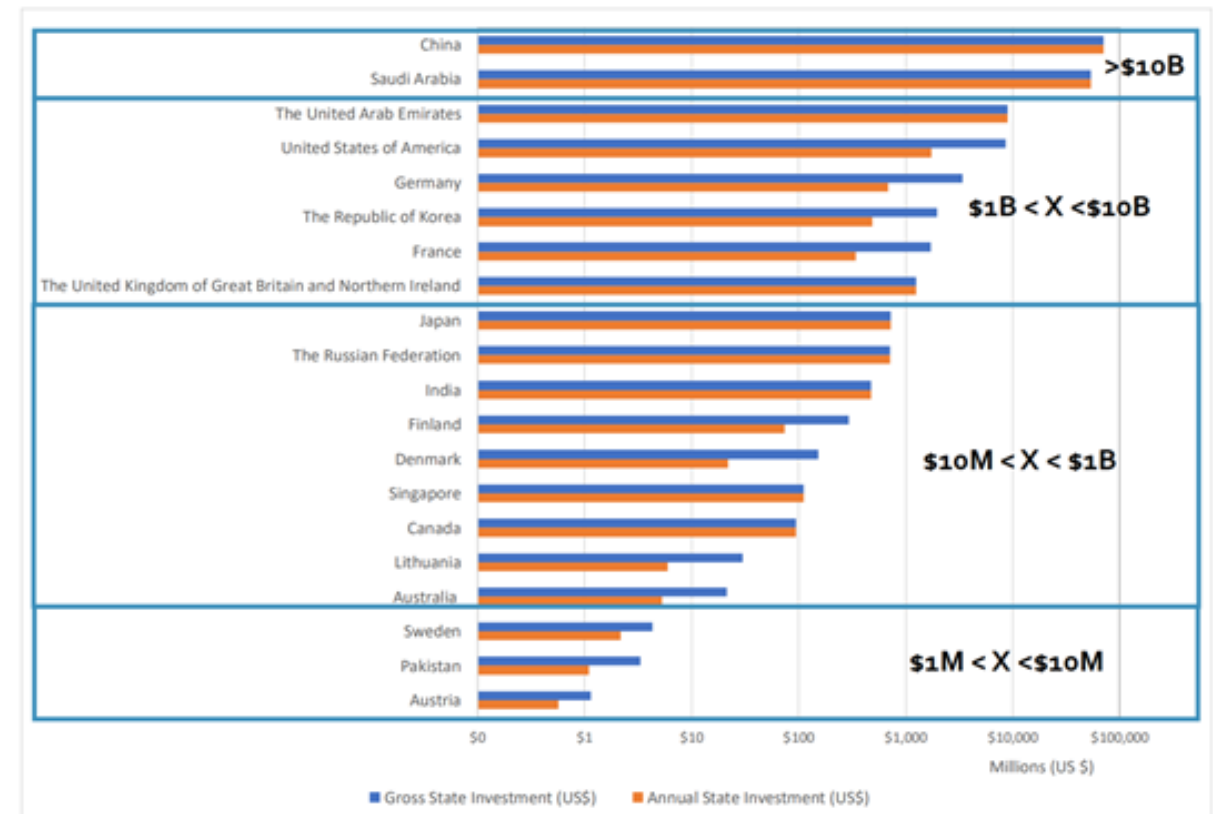
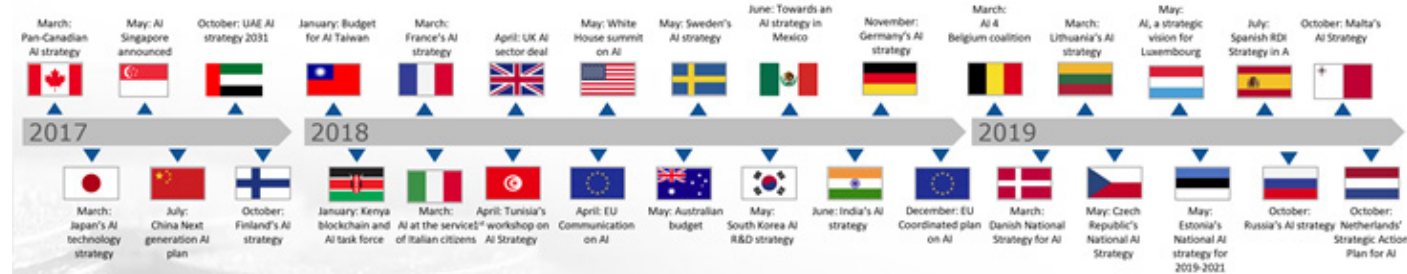


Figure 2. AI investments by States for which government-sourced AI investments were identified.

חשוב להדגיש כי תחום הבינה המלאכותית נמצא בתנופה אדירה, והשינויים בו מתרחשים ונמדדים בחודשים. לכן, בחצי השנה שחלפה מפרסום הדו"ח של האו"ם, פרסמו מדינות נוספות תכניות לאומיות וחלק מהמדינות אף עדכנו את תכניתיהן המקוריות. כיום ישנן כ-30 מדינות בעלות תכניות לאומיות:



מקור: מצגת רשות החדשנות המבוטסת על: Politics=AI, Tim Dutton, 2018 + European Commission data 2019

מעבר לתכניות ולהשקעות ברמת המדינות, מפציעות גם יוזמות אזוריות – האיחוד האירופי למשל פרסם בדצמבר 2018 תכנית משותפת לפיתוח בינה מלאכותית באיחוד ("Coordinated Plan on Artificial Intelligence "Made in Europe")⁴⁵ שאחת ממטרותיה היתה להביא לכך שעד אמצע 2019 לכל המדינות החברות באיחוד תהיה אסטרטגיה לאומית בתחום. כמו כן, הנציבות האירופית התחייבה להשקיע כהשלמה להשקעות הלאומיות של חברות האיחוד, 1.5 מיליארד דולר עד 2020, שהם 70% יותר ממה שהשקיעה בין 2014-2017. כמו כן, בתקציב האיחוד (2021-2027) ישקעו לפחות 7 מיליארד דולר בתחום הבינה המלאכותית במסגרת התכניות Horizon Europe ו-Digital Europe Programme⁴⁶ in AI. במאי 2018, פורסמה הכרזה בנושא

⁴⁵ Digital Single Market - Artificial Intelligence", <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/artificial-intelligence#Coordinated-EU-Plan-on-Artificial-Intelligence>

⁴⁶ Member States and Commission to work together to boost artificial intelligence "made in Europe". https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_18_6689

בינה מלאכותית מטעם שיתוף הפעולה הנורדי-בלטי בהובלת שוודיה, במטרה להבטיח את שימור מעמדן של המדינות הנורדיות והבלטיות כמובילות בתחום הפיתוח הדיגיטלי באירופה.⁴⁷

להלן סקירה של ההשקעות הלאומיות במספר מדינות מובילות:

סין

סין היתה מהמדינות הראשונות לפרסם אסטרטגיית AI לאומית. ביולי 2017, פרסמה סין את New Generation Artificial Intelligence Development Plan⁴⁸ והכריזה על היעד השאפתני להפוך למובילה בעולם בבינה המלאכותית עד 2030, ע"י פיתוח תעשייה בשווי 150 מיליארד דולר סביב התחום.⁴⁹ עם זאת, סין אינה מפרסמת את התקציב שלה וקשה להעריך במדויק את ההשקעה הממשלתית בנושא. בארה"ב העריכו כי בשנת 2017, הגיעו ההשקעות הממשלתיות הסיניות לכ-12 מיליארד דולר וכי עד לשנת 2020, הן תגדלנה ל-70 מיליארד דולר לפחות.⁵⁰ בינואר 2018, דווח כי סין מתכוונת להשקיע 2.12 מיליארד דולר בהקמת פארק טכנולוגי לפיתוח בינה מלאכותית שבו יפעלו 400 חברות שמיועדות להביא לתפוקה שנתית בהיקף של כ-7.4 מיליארד דולר.⁵¹ בסקירה שפרסם האו"ם הסתמכו על ההערכה כי ההשקעה הממשלתית הסינית תעמוד על 70 מיליארד דולר.⁵² עם זאת, לאחרונה נשמעות טענות על כך שההערכות הללו לא מבוססות מספיק. מכון באוניברסיטת ג'ורג'טאון פרסם בדצמבר 2020 מחקר המעריך כי ההשקעה השנתית של ממשלת סין במו"פ בהקשרי בינה מלאכותית מסתכמת במיליארדים בודדים ולא בעשרות מיליארדים כפי שנטען בהערכות הרווחות בארה"ב.⁵³

ארה"ב

ארה"ב פרסמה בשנת 2016 מספר דוחות עם המלצות מדיניות להערכות לאומית בתחום הבינה המלאכותית⁵⁴ ככלל ובתחומי מו"פ⁵⁵ וכלכלה בפרט⁵⁶. מאז, הבינה המלאכותית תפסה מקום גדל והולך באסטרטגיות לביטחון לאומי בארה"ב משנת 2017 ובשנת 2018, מחלקת ההגנה הודיעה כי תשקיע כ-2 מיליארד דולר על פני חמש שנים לקידום תחום הבינה המלאכותית⁵⁷. עם זאת, רק בפברואר 2019 הושקה האסטרטגיה הלאומית האמריקאית לבינה מלאכותית (American AI Initiative), בצו נשיאותי. זאת, לאחר ביקורת וחששות מכך שחרף השקעות רבות במגזר הפרטי והעיסוק בתחום בסוכנויות ממשל שונות, ארה"ב מפגרת בתחום ההשקעה והמסגרת הלאומית אחרי סין. האסטרטגיה מציגה 5 יעדים מרכזיים: (1) השקעה במו"פ (2) הנגשת משאבי AI (3) גיבוש סטנדרטים לפיתוח ושימוש ב-AI (4) הכשרת הון אנושי ושוק העבודה (5) פעילות בזירה בינ"ל לשימור יתרונות הבינה המלאכותית האמריקנית. הצו הנשיאותי לא הקצה תקציב תוספתי לשימוש האסטרטגיה ותחת זאת הורה לסוכנויות הפדרליות השונות לתעדף את הבינה המלאכותית ולהקצות לה משאבים מתוך התקציבים הקיימים⁵⁸. לטובת היעד הראשון פרסם הממשל

Sweden to lead AI cooperation in Nordic-Baltic region, <https://www.government.se/press-releases/2018/05/sweden-to-lead-ai-cooperation-in-nordic-baltic-region> 47

China's New Generation of Artificial Intelligence Development Plan. <https://flia.org/notice-state-council-issuing-new-generation-artificial-intelligence-development-plan> 48

Artificial Intelligence: An Overview of State Initiatives, FutureGrasp, August 2019, https://irp-cdn.multiscreensite.com/9297f8c7/files/uploaded/Report_AI-An%20Overview%20of%20State%20Initiatives_FutureGrasp_8-18-19_A4.pdf | China wants to be a \$150 billion world leader in AI in less than 15 years <https://www.cnbc.com/2017/07/21/china-ai-world-leader-by-2030.html> 49

ARTIFICIAL INTELLIGENCE, CHINA AND THE US – HOW THE US IS LOSING THE TECHNOLOGY WAR?, November 18, 2018, <https://www.analiticsinsight.net/artificial-intelligence-china-and-the-us-how-the-us-is-losing-the-technology-war> 50

המרוץ לבינה: סין תקים פארק טכנולוגי לפיתוח בינה מלאכותית ב-2 מיליארד דולר. (03.01.2018) <https://www.themarket.com/wallstreet/1.5597136> 51

Artificial Intelligence: An Overview of State Initiatives, 2019 52

Chinese Public AI R&D Spending: Provisional Findings . (2020). CSET Issue Brief. <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Chinese-Public-AI-RD-Spending-Provisional-Findings-2.pdf> 53

PREPARING FOR THE FUTURE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE," October 2016, Executive Office of the President National Science and Technology Council Committee on Technology, https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC-preparing_for_the_future_of_ai.pdf 54

THE NATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH AND DEVELOPMENT STRATEGIC PLAN," October 2016, National Science and Technology Council Networking and Information Technology Research and Development Subcommittee, https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/national_ai_rd_strategic_plan.pdf 55

Artificial Intelligence, Automation, and the Economy," October 2016, Executive Office of the President, <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/whitehouse.gov/files/documents/Artificial-Intelligence-Automation-Economy.PDF> 56

Defense Department pledges billions toward artificial intelligence research. (2019). <https://www.washingtonpost.com/technology/2018/09/07/defense-department-pledges-billions-toward-artificial-intelligence-research/> 57

Accelerating America's Leadership in Artificial Intelligence," February 11, 2019, White House, <https://www.whitehouse.gov/articles/> 58

ביוני 2019 עדכון לתכנית הלאומית האסטרטגית למו"פ בתחום הבינה המלאכותית⁵⁹ שגובשה במקור בשנת 2016. התכנית ביקשה לקדם שמונה נושאים אסטרטגיים הכוללים השקעה ארוכת טווח במו"פ, קשרי אדם ובינה מלאכותית, בטיחות שימוש והגנה על המערכות, היבטים אתיים, משפטיים וחברתיים, טיפול בתחום הדאטה, סטנדרטים למדידה והערכה של הטכנולוגיות, הבנת צרכי ההון האנושי למו"פ, חיזוק השת"פ בין המגזר הציבורי למגזר פרטי. במרץ 2019, ארה"ב השיקה פורטל שירכז את כל היוזמות הממשלתיות הנוגעות לתחום הבינה המלאכותית, תחת הכותרת Al.gov.⁶⁰ במאי 2019 הוצג בסנאט Artificial Intelligence Initiative Act שמבקש לייצר אסטרטגיה לאומית מתואמת ולהקצות 2.2 מיליארד דולר על פני 5 שנים לטובת הכשרת הון אנושי ולהאצת אספקה אחראית של יישומי AI מסוכנויות ממשלתיות, מהאקדמיה ומהמגזר הפרטי למשך 10 שנים⁶¹.

בתקציב 2020 הקצתה ארה"ב כמיליארד דולר למו"פ אזרחי בבינה מלאכותית ועוד כ-750 מיליון דולר לפחות למו"פ ביטחוני בתחום⁶². בפברואר 2020, הודיע הבית הלבן כי "בעידן של תחרות בין מעצמות", המשאבים המוקצים למחקר ופיתוח בתחומי הבינה המלאכותית והקוונטים יגדלו משמעותית במסגרת תקציב המו"פ לשנת 2021 ויכפילו עצמם עד תקציב 2022, "כדי לשמור על ההובלה העולמית בטכנולוגיה ומדע למען הדורות הבאים"⁶³.

רוסיה

נשיא רוסיה ולדימיר פוטין הכריז כי "בינה מלאכותית היא העתיד, לא רק עבור רוסיה אלא עבור האנושות כולה" וכי "מי שישלוט בספרה הזאת ישלוט בעולם"⁶⁴. בשנת 2018 ההשקעה המדינית במו"פ בתחום הבינה המלאכותית עמדה על כ-12.5 מיליון דולר בלבד⁶⁵. באוקטובר 2019, פורסמה האסטרטגיה הרוסית הלאומית לפיתוח בינה מלאכותית National Strategy for the Development of Artificial Intelligence (NSDAI) לתקופה שעד 2030. באסטרטגיה מוצהר כי הממשלה הרוסית תקצה את המשאבים הנדרשים למימושה, אך לא נזכר סכום כלשהו. בפרסומים ממאי 2019 נטען כי אישור האסטרטגיה שהתגבשה באותם ימים יביא להשקעה ממשלתית של 1.4 מיליארד דולר על פני 6 שנים⁶⁷. בנוסף, פורסם באותו חודש כי קרן ההשקעות הממשלתית הרוסית תקצה 2 מיליארד נוספים שגייסה ממשקיעים זרים לקידום חברות רוסיות בתחום הבינה המלאכותית⁶⁸.

גרמניה

גרמניה פרסמה את האסטרטגיה הלאומית שלה לבינה מלאכותית (AI Made in Germany) בדצמבר 2018. האסטרטגיה הציבה שלוש מטרות: (1) לבסס את גרמניה ואירופה כמובילות עולמיות בפיתוח ושימוש בבינה מלאכותית ולהבטיח את יכול התחרות של גרמניה בעתיד. (2) להבטיח פיתוח ושימוש אחראיים בבינה מלאכותית באופן שישרת את טובת החברה. (3) להטמיע את הבינה המלאכותית בחברה באופן אתי, חוקי, תרבותי ומוסדי דרך שיח חברתי רחב ובאמצעים פוליטיים אקטיביים⁶⁹. ממשלת גרמניה תקצה 3.4 מיליארד דולר עד 2025 למימוש התכנית מתוך צפיה שהמגזר העסקי ישקיע סכום שווה ויאפשר את מימוש התכנית הלאומית באמצעות 6.8 מיליארד דולר.⁷⁰

[/accelerating-americas-leadership-in-artificial-intelligence](https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/06/National-AI-Research-and-Development-Strategic-Plan-2019-Update-June-2019.pdf) 59

The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan: 2019 Update," Select Committee on Artificial Intelligence of the National Science & Technology Council, June 2019, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/06/National-AI-Research-and-Development-Strategic-Plan-2019-Update-June-2019.pdf> 59

Why The Race For AI Dominance Is More Global Than You Think (2020) <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2020/02/09/why-the-race-for-ai-dominance-is-more-global-than-you-think/#591db90a121f> 60

Artificial Intelligence: An Overview of State Initiatives, 2019 61

The White House. (February 11, 2020). President Trump's FY 2021 Budget Commits to Double Investments in Key Industries of the Future. <https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/president-trumps-fy-2021-budget-commits-double-investments-key-industries-future> 62

שם 63

קאהאן, ר. (3 במרץ, 2017) "פוטין: המדינה שתוביל בתחום ה-AI תשלוט בעולם כולו". כלכליסט. <https://www.calcalist.co.il/internet/articles/0,7340,L-3720438,00.html> 64

In AI, Russia Is Hustling to Catch Up. (April 4, 2018). <https://www.defenseone.com/ideas/2018/04/russia-races-forward-ai-development/147178> 65

Decree of the President of the Russian Federation on the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation, https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/t0060_Russia_AI_strategy_EN-1.pdf 66

Russia plans to invest billions in AI, remove all barriers for 'tech pioneers'. (May 30, 2019). <https://www.rt.com/russia/460664-russia-artificial-intelligence-putin/> 67

Russia Raises \$2Bln for Investment in Artificial Intelligence. (Mai 31, 2019). <https://www.themoscowtimes.com/2019/05/31/russia-raises-2bln-for-investment-in-artificial-intelligence-a65824> 68

German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, "Federal government adopts artificial intelligence strategy," November 16, 2018. <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/EN/Meldungen/2018/2018-11-16-federal-government-adopts-artificial-intelligence-strategy.html> 69

J. Miley, "Germany Boosts AI Research With €3bn Funding Injection," November 16, 2018. Interesting Engineering. <https://interestingengineering.com/germany-boosts-ai-research-with-3bn-funding-injection> 70

דרום קוריאה

כבר בשנת 2016 ממשלת קוריאה הודיעה כי תשקיע כ-863 מיליון דולר בתחום הבינה במלאכותית על פני 5 שנים. במאי 2018 פרסמה הממשלה תכנית לאומית במסגרתה תשקיע 2 מיליארד דולר עד 2022 על מנת לבסס עצמה כאחת מארבע המדינות המובילות בעולם בתחום הבינה המלאכותית. התכנית מתמקדת בהון אנושי, טכנולוגיה ותשתיות וכוללת יעדים ברורים לחיזוק המו"פ, להכשרת הון אנושי מקצועי, לעידוד הקמת סטרטאפים וחברות בתחום הבינה המלאכותית, וכן פרויקטים גדולים בתחומי הרפואה ופיתוח תרופות, הביטחון הלאומי ובטחון הציבור. כמו כן, דרום קוריאה שמה דגש על חיזוק תעשיית השבבים והקצתה כמיליארד דולר לפיתוח AI semiconductors עד שנת 2029.⁷⁹

לפרטים והעמקה באסטרטגיות הלאומיות וההשקעות הממשלתיות בתחום הבינה המלאכותית של כל המדינות שפרסמו תכניות לאומיות או תקציבים ייעודיים לתחום עד המחצית הראשונה של שנת 2019, ראו את הסקירה המלאה של חברת FutureGrasp מאוגוסט 2019:

Artificial Intelligence: An Overview of State Initiatives

https://irp-cdn.multiscreensite.com/9297f8c7/files/uploaded/Report_AI-An%20Overview%20of%20State%20Initiatives_FutureGrasp_8-18-19_A4.pdf

צרפת

האסטרטגיה הלאומית הצרפתית "AI for Humanity" פורסמה⁷¹ בתחילת 2018, ובמסגרתה מוקצים 1.5 מיליארד דולר על פני 5 שנים, לטובת מחקר הנוגע ל-AI ולסיוע לסטרטאפים צרפתיים. האסטרטגיה הצרפתית מקדישה חלק שלם לנושא האתיקה בהקשרי בינה מלאכותית וכן מתמקדת בפוטנציאל של הבינה המלאכותית בארבעה תחומים עיקריים – בריאות, תחבורה, סביבה וביטחון.⁷²

פינלנד

בדצמבר 2017 פרסמה פינלנד אסטרטגיה לאומית במטרה להפוך למדינה מובילה ביישומי בינה מלאכותית (Finland's Age of Artificial Intelligence: Turning Finland into a leading country in the application of artificial intelligence).⁷³ פינלנד מכירה בגודלה הקטן ובמגבלותיה במירוץ העולמי לפיתוח טכנולוגיות בינה מלאכותית ולכן בוחרת במודע להדגיש כיעד את הפיכתה למדינה מובילה כצרכנית של יישומי בינה מלאכותית. פינלנד שואפת להגיע לעידן הבינה המלאכותית עם מגזר ציבורי יעיל, מגזר עסקי תחרותי וחברה פרואקטיבית המתפקדת היטב ונהנית מרווחה בעקבות שימוש ב-AI. בשנת 2018 הממשלה אישרה את האסטרטגיה ופרטה תכניות למימושה וכן פרסמה דוח מקיף שבחן את השפעות הבינה המלאכותית על הכלכלה והתעסוקה, על שינויים בכח העבודה ובשוק העבודה, על חינוך והכשרה וכן על אתיקה.⁷⁴ הוערך כי בשנת 2030 כלכלת הבינה המלאכותית תהווה 30% מהתמ"ג בפינלנד.⁷⁵

ביוני 2019 פרסמה פינלנד תכנית לאומית מעודכנת – Final) Leading the way into the era of artificial intelligence (report of Finland's Artificial Intelligence Programme 2019)⁷⁶ שפרטה את 11 צעדי המפתח להשגת המטרות הלאומיות: (1 שיפור יכולת התחרות של העסקים ע"י שימוש בבינה מאכותית. (2 שימוש יעיל בדאטה בכל המגזרים. (3 הבטחת היכולת לאמץ יישומי בינה מלאכותית בקלות ובמהירות (טיפול בחסמים). (4 הבטחת מומחיות ומשיכת מומחים מהשורה הראשונה. (5 נקיטת החלטות והשקעות אמיצות. (6 בניית השירותים הציבוריים הטובים בעולם. (7 גיבוש מודלים חדשים לשיתופי פעולה. (8 הפיכת פינלנד למובילה בעידן הבינה המלאכותית (9 הערכות לכך שבינה מלאכותית עתידה לשנות עולם העבודה. (10 דחיפת פיתוח הבינה המלאכותית בכיוונים מבוססי אמון שמציבים את האדם במרכז. (11 הערכות לאתגרים ביטחוניים.

בפברואר 2018, הקצתה ממשלת פינלנד במסגרת תכנית AI Business Programme כ-200 מיליון דולר שיחולקו עד 2022 כמענקים וכתמריצים למגזר העסקי לפיתוח ושימוש בבינה מלאכותית.⁷⁷ מעבר לכך, לא ברור מה סך ההשקעה הממשלתית בבינה מלאכותית בפינלנד, אך מהפירוט המוצג תחת סעיף 5 "החלטות והשקעות אמיצות" בתכנית הלאומית המעודכנת (2019) ניכר כי ההשקעות מסתכמות בעשרות מיליוני דולרים.⁷⁸

AI for Humanity - <https://www.aiforhumanity.fr/en> 71

Why The Race For AI Dominance Is More Global Than You Think (2020) <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2020/02/09/why-the-race-for-ai-dominance-is-more-global-than-you-think/#591db90a121f> 72

Finland's Age of Artificial Intelligence," 2017, Publication of the Ministry of Economic Affairs and Employment. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160391/TEMrap_47_2017_verkkajulkaisu.pdf 73

Artificial Intelligence: Four perspectives on economics, employment, skills and ethics," June 26, 2018, https://tem.fi/julkaisu?pubid=URN:IS*BN:978-952-327-311-5 74

G. O'Dwyer, "Finnish government backs national AI development strategy," April 11, 2018, Computer Weekly. <https://www.computerweekly.com/news/252438764/Finnish-government-backs-national-AI-development-strategy> 75

Leading the way into the age of artificial intelligence Final report of Finland's Artificial Intelligence Programme 2019. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161688/41_19_Leading%20the%20way%20into%20the%20age%20of%20artificial%20intelligence.pdf 76

Artificial Intelligence: An Overview of State Initiatives, 2019 77

.Leading the way into the age of artificial intelligence Final report of Finland's Artificial Intelligence Programme 2019. P. 79-83 78

South Korea Aims High on AI, Pumps \$2 Billion Into R&D. (2018). <https://medium.com/syncedreview/south-korea-aims-high-on-ai-pumps-2-billion-into-r-d-de8e5c0c8ac5> 79

The National Initiative for Secured Intelligent Systems to Empower the National Security and Techno-Scientific Resilience: A National Strategy for Israel

Special Report to the Prime Minister

PART I: Executive Summary & Recommendations

Written and edited by:

Prof. Isaac Ben-Israel, Initiative Co-Chair

Prof. Eviatar Matania, Initiative Co-Chair

Leehe Friedman, Initiative Coordinator

Published in cooperation with the Yuval Ne'eman Workshop for Science, Technology and Security, Tel Aviv University.

<https://en-sectech.tau.ac.il>

Graphic design and cover design: **Sarit Arieli**

September 2020

Please use the following reference when citing the report:

Ben-Israel, I., Matania, E. & Friedman, L. (Eds.) (Sep. 2020). *The National Initiative for Secured Intelligent Systems to Empower the National Security and Techno-Scientific Resilience: A National Strategy for Israel. Special Report to the Prime Minister.*



**THE NATIONAL INITIATIVE FOR SECURED INTELLIGENT SYSTEMS
TO EMPOWER THE NATIONAL SECURITY
AND THE TECHNO-SCIENTIFIC RESILIENCE:
A NATIONAL STRATEGY FOR ISRAEL**

Special Report to the Prime Minister

PART I: Executive Summary & Recommendations

Initiative Co-Chairs: Prof. Isaac Ben-Israel | Prof. Eviatar Matania
Initiative Coordinator: Leehe Friedman

September 2020